

Aumento da Robustez dos Processos em Linha de Montagem

Ana Beatriz Moreira da Silva Vergueiro

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2015-07-01

*À minha mãe, ao meu pai e ao meu irmão
Ao amor da minha vida*

Resumo

No âmbito do projeto de dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, foi proposto, como projeto curricular, pela Colep Portugal, S.A., a melhoria dos processos em linha de montagem de produto industrial.

O grupo Colep procura a excelência operacional, elegendo-a como um dos valores da Empresa, para atingir o sucesso. No contexto competitivo em que se encontra, esta preocupação, assim como o aumento da produtividade tornam-se mais imperativos, uma vez que uma hora sem produção representa grandes custos de oportunidade.

O projeto descrito no presente documento focaliza-se na estabilidade e na eficiência dos processos, condições determinantes da qualidade do produto final.

Os objetivos principais do projeto elegem a redução do índice de rejeições, o aumento da qualidade do produto, a redução dos tempos de mudança da linha e a normalização de processos. As ações definidas para alcançar os objetivos enunciados foram monitorizadas, para que os resultados fossem validados pelo impacto das soluções implementadas.

Os resultados traduziram-se em benefício para a Empresa, confirmando os objetivos propostos; contudo, a sustentação do que foi alcançado e aplicado, no que concerne a soluções noutras linhas, depende de mudança de cultura e de hábitos, sendo este um caminho longo e árduo, onde será fundamental um acompanhamento diário das ações de melhoria e um envolvimento permanente dos operadores.

Constatou-se que as ações de melhoria implementadas, as ferramentas criadas e utilizadas ao longo do desenvolvimento do projeto poderão ser aplicadas a outras linhas de produção, tendo este sido um projeto piloto para validar as soluções.

Increasing the Robustness of Processes of an Assembly Line

Abstract

Within the scope of a dissertation project of the Integrated Master Degree in Industrial and Management Engineering of the Faculty of Engineering of the University of Oporto, the company Colep Portugal, S.A. suggested the improvement of processes of an assembly line of industrial products.

The Colep Group seeks operational excellence, one of the company values to achieve success.

In the competitive environment in which it operates, this concern, as well as increasing productivity has become more imperative, since an hour without production implies increased opportunity costs.

The main focus of this project, described in the present dissertation, is the stability and the efficiency of processes, since those are determining factors in maintaining the quality of the final product.

The outlined objectives for the project are the reduction of the rejection index, the increase of the product quality, the reduction of the setup times and the development of standardized processes. The actions defined to achieve the mentioned goals were monitored in order to assess the impact of the implemented solutions in the processes.

The results of the implemented actions were seen as beneficial for the company and allowed the achievement of the defined objectives; however, in order to extend the implemented solutions to other assembly lines, it would be necessary to make changes as far as the Company culture and habits are concerned. This would involve hard work, a daily follow up of the improvements as well as the workers' engagement in the processes.

The improvement actions and the created tools, which were used throughout the project development, can be applied to other production lines, since this was a pilot project, used to validate the impact that the solutions may have in the processes.

Agradecimentos

Durante a realização deste projeto, foram várias as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para um percurso enriquecedor.

Ao Professor Hermenegildo Pereira, por todos os conselhos e opiniões que me transmitiu. Agradeço também a disponibilidade e atenção que demonstrou ao longo de todo o projeto.

Ao Engenheiro Pedro Melo, pela paciência e disponibilidade, por toda a motivação, atenção e dedicação que deu ao projeto. O seu apoio constante foi fundamental para o bom desenrolar do projeto.

A todos os colaboradores da Colep por terem proporcionado um excelente ambiente de trabalho, onde fui tão bem recebida ao longo destes meses.

À equipa de projeto, cuja dedicação e apoio foram fundamentais. Sem eles seria impossível ter alcançado os resultados obtidos. Agradeço ao Nuno Tavares, ao Luís Barbosa, ao Ricardo Bastos, ao Aníbal Fernandes e ao Sr. Carvalho pelos preciosos conselhos e participação na partilha de ideias.

Um agradecimento especial às equipas de trabalho das linhas, ao Hélder, à Andreia, à Maria, à Orquídea, à Paula, à Adelaide, à Susana, ao Nuno, ao Diogo, ao Joni e ao Rui, por toda a participação e envolvimento no projeto.

À equipa de melhoria contínua, à Rita Castro, Rita Casal e Liliana Fernandes pelo companheirismo e bons momentos, à Engenheira Raquel Miranda, ao Pedro Pinho, Gonçalo Nogueira, Rafael Leite e José António pelos bons conselhos e críticas construtivas.

A todos colaboradores da área da Manutenção e Engenharia, nomeadamente ao Carlos Rocha, ao Paulo Fernandes e ao Ricardo Oliveira pela ajuda incansável na procura e na resolução problemas.

Aos amigos que me acompanharam nos últimos cinco anos em momentos inesquecíveis, os verdadeiros, agradeço a ajuda, a motivação, a partilha, a amizade criada que não tem limites nem descrição possível.

Àqueles com quem partilhei os melhores momentos na AEFEUP, cuja individualização é impossível. Nesta instituição cresci e criei uma família; tenho um orgulho enorme e eterno nesta associação e nas pessoas com quem tive o prazer de me cruzar.

À Marília, porque quer passem dias, semanas ou meses, a amizade que partilhamos, o carinho e amor nunca irão desaparecer.

Aos dois que preenchem a minha vida de bons momentos, ao Alexandre e à Maria.

Aos pilares da minha vida, às pessoas a quem devo tudo o que sou hoje, aos meus pais e irmão pelo apoio constante e incondicional, pelo amor e pela dedicação sem fronteiras e sem barreiras, sem os quais nada seria possível. A eles dedico todo o meu sucesso, tudo o que sou. Agradeço também a toda minha família pelo seu apoio.

Por fim, um agradecimento muito especial ao Diogo. Ele que é o meu porto de abrigo, o meu melhor amigo, a minha metade, a minha motivação e a minha inspiração.

A todos, sem exceção, o meu sincero agradecimento.

Índice de Conteúdos

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação.....	1
1.2	Apresentação da Colep.....	1
1.2.1	Missão, visão e valores da Colep.....	2
1.3	Objetivos do projeto.....	3
1.4	Método seguido no projeto.....	3
1.5	Estrutura da dissertação.....	4
2	Enquadramento teórico.....	6
2.1	Toyota Production System.....	6
2.1.1	Princípios TPS.....	7
2.1.2	Tipos de desperdício.....	8
2.1.3	Resolução de problemas.....	9
2.2	Total Quality Management (TQM).....	10
2.2.1	PDCA/SDCA.....	10
2.2.2	Poke-Yoke.....	11
2.2.3	Standard Work.....	11
2.3	Total Productive Maintenance (TPM).....	12
2.3.1	SMED – Single Minute Exchange of Die.....	13
2.3.2	5'S.....	13
2.3.3	OEE – Overall Equipment Efficiency.....	14
2.4	Learning organization.....	15
3	Descrição do problema.....	16
3.1	Funcionamento da linha 01.....	17
4	Análise da situação inicial.....	20
4.1	Índice de rejeições.....	20
4.2	Tempos de <i>Setup</i>	25
4.3	Condução dos processos.....	26
5	Desenvolvimento do projeto e resultados obtidos.....	28
5.1	Redução do índice de rejeições.....	28
5.1.1	Análise das causas raiz dos problemas.....	29
5.1.2	Análise de fugas.....	35
5.1.3	Reflexão final.....	37
5.2	Redução dos tempos de <i>Setup</i>	39
5.3	Parametrização de processos.....	42
5.4	Implementação de 5'S.....	44
5.5	Análise do OEE.....	46
5.6	Impacto dos resultados.....	47
6	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	49
	Referências.....	51
	Anexo A: Distribuição geográfica da Colep.....	52
	Anexo B: Resultado da recolha de dados de sucata de 11 de abril a 10 de março.....	53
	Anexo C: Folhas de registo de sucata por máquina.....	54
	Anexo D: <i>UserForm</i> em <i>Microsoft Excel</i> para registo de sucata.....	56
	Anexo E: Instrução de trabalho de mudança de formato das cravadeiras.....	57
	Anexo F: <i>Checklist</i> “Defeitolteca”.....	60
	Anexo G: Parametrização dos valores de soldadura.....	64
	Anexo H: Configuração do alimentador.....	65

Anexo I: Teste de fuga-padrão	66
Anexo J: Dados sucata linha 05	67
Anexo K: Dados sucata linha 08.....	68

Siglas

5S – Cinco palavras japonesas (*Seiri* “Selecionar”, *Seiton* “Organizar”, *Seiketsu* “Normalizar”, *Seiso* “Limpar”, *Shitsuke* “Disciplinar”)

Célula GL02 – Célula de produção de *General Line* composta por cinco linhas de montagem de componentes

KPI – *Key Performance Indicator*

L01, L05, L08 – Linhas um, cinco e oito, respectivamente, da GL02

SDCA – Sigla para o ciclo de normalização de um processo que significa, respectivamente, *Standardize, Do, Check, Act*.

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SOP – *Standard Operating Procedures*

Tempo de Setup – Tempo de mudança decorrido desde a última produção até ao início da produção seguinte.

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TQM – *Total Quality Maintenance*

YTD – *Year to date*

Índice de Figuras

Figura 1 - Valores da Colep	2
Figura 2 - <i>Toyota Production System</i> , adaptado de Liker (2004)	6
Figura 3 - Método de resolução de problemas, adaptado de Imai (2012).....	10
Figura 4 - Impacto dos ciclos SDCA e PDCA na melhoria de uma organização (Imai 2012) ..	11
Figura 5 - Modelo iceberg da cultura de uma organização, adaptado de Liker (2004)	15
Figura 6 - <i>Layout</i> das linhas 05, 08 e 01 (de cima para baixo, respetivamente)	16
Figura 7 - Componentes da embalagem: Folha, Fundo e Topo (argola).....	17
Figura 8 - <i>Layout</i> da linha 01	17
Figura 9 - Sequência de produção de embalagens da linha 01.....	18
Figura 10 - Fluxograma do processo produtivo da linha 01	19
Figura 11 - KPI: Peso da sucata em relação à produção no ano 2015	20
Figura 12 - Quantidade de sucata gerada em relação à quantidade de unidades produzidas no ano 2014 (%Sucata)	21
Figura 13 - Exemplo de folha de registo de sucata: máquina de estanquicidade automática ..	21
Figura 14 - Evolução do peso da sucata no período de 11 de março a 10 de abril	22
Figura 15 - Peso da sucata por processo no período de 11 de março a 10 de abril.....	22
Figura 16 - Exemplo de embalagem má cravada no topo	23
Figura 17 - Carro da máquina de soldar da linha 01	23
Figura 18 - Transportadores linha 01	23
Figura 19 - Relatório de análise de estanquicidade manual.....	24
Figura 20 - OEE da Empresa nos anos de 2008 a 2015	25
Figura 21 - OEE da Empresa no ano de 2014.....	25
Figura 22 - Análise de Pareto aos formatos produzidos na linha 01.....	27
Figura 23 – Peso da sucata na produção (por semana)	28
Figura 24 - Evolução da quantidade de sucata por má cravação RG/LD	30
Figura 27 - Travão pneumático	31
Figura 25 - Sistema de aplicação de verniz de pincel	31
Figura 26 - Sistema de aplicação de verniz de rolo.....	31
Figura 29 - Evolução dos incidentes causados pelos transportadores.....	32
Figura 28 - Transportador de esponja	32
Figura 30 - Extrator da cravadeira de topos	33
Figura 31 - Alimentador de componentes da cravadeira de topos	33
Figura 32 - Evolução da quantidade de encravamentos na estação de cravação RG/LD	34
Figura 33 - Acompanhamento de sucata provocada por encravamentos no carro.....	35
Figura 34 - Embalagem com fuga-padrão.....	35
Figura 35 - Cabeças de teste não niveladas.....	36

Figura 36 - Suporte de embalagens máquina de estanquicidade automática	36
Figura 37 - Evolução do peso da sucata em relação à produção por semana e processo.....	37
Figura 38 - Peso da sucata em relação à produção por formato.....	38
Figura 39 - Folha de registo dos tempos de mudança de formato.....	39
Figura 40 - Tempos de mudança por processo.....	40
Figura 41 - Símbolo tátil numa embalagem.....	40
Figura 42 - Equipamento de marcação do símbolo tátil.....	40
Figura 43 - Ferramenta para melhor afinação do símbolo tátil.....	41
Figura 44 - Régua de marcação das diferentes alturas nas cravadeiras	41
Figura 45 - Sistema de ajuste das guias de transporte.....	42
Figura 46 - Folha de parâmetros de soldadura	43
Figura 47 - Implementação de gestão visual na máquina de estanquicidade manual	43
Figura 48 - Seguranças da cravadeira de fundos.....	44
Figura 49 - Exemplo de <i>Seiri</i>	45
Figura 50 - Exemplo de <i>Seiton</i>	45
Figura 51 - Exemplo de <i>Seiso</i>	45
Figura 52 - OEE no ano 2015	46

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tempos de <i>Setup</i> da linha 01	26
Tabela 2 - Resultados do relatório de análise de fugas na máquina de estanquicidade manual	37
Tabela 3 - Quantidade de ordens e valores de OEE por mês nos anos 2014 e 2015	47
Tabela 4 - Tempos de paragem e produção nos anos 2014 e 2015	47

1 Introdução

No âmbito do plano de estudos do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão (MIEIG), da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), foi desenvolvido um projeto curricular com a duração de quatro meses nas instalações da empresa da Colep Portugal, S.A., em Vale de Cambra.

Ao longo desta secção, será feito um enquadramento do projeto, a apresentação da empresa no qual está inserido, os seus objetivos e metodologia utilizada. Por último, apresenta-se a organização da dissertação.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

Com o crescimento de volume de trabalho nas linhas sobre o qual o projeto incide, torna-se imperativo implementar novas metodologias de controlo de processo e de qualidade, com a finalidade de aumentar a eficiência. A maior exigência dos clientes impõe níveis de qualidade só atingíveis com menor variabilidade nos processos.

Para a implementação das novas metodologias é essencial uma boa recolha e análise de dados, assim como o desenvolvimento de ferramentas simples que fomentem a estabilização dos processos. Pretende-se portanto, tomar medidas que elevem os padrões de qualidade e indicadores de eficiência, sem custos excessivos de implementação.

1.2 Apresentação da Colep

A Colep iniciou a sua atividade a 1965 com a produção de embalagens metálicas em Portugal. Começou por fabricar embalagens metálicas para bolachas e com o crescente sucesso obtido durante dois anos, alargou a sua atividade para a produção de embalagens industriais para tintas, vernizes, diluentes e óleos lubrificantes.

Ao progredir para a produção de bens de grande consumo em embalagens tanto metálicas como plásticas, nomeadamente com o fabrico de aerossóis, deu-se um passo decisivo para o crescimento da empresa em 1975, ao iniciar-se a atividade de *Contract Manufacturing*, isto é, a formulação, fabricação, enchimento e embalamento destes produtos.

Com o intuito de se afirmar a nível Europeu, a Colep adquire a fábrica da S.C. Johnson's em Espanha, fundando a Colep Espanha e continuou o seu crescimento com a aquisição de polos industriais no estrangeiro: em 1999 adquiriu a Shirley Jones & Associates Limited em Londres e a Comercial de Envases de Navarra (posteriormente Colep Navarra).

Em 2001, o grupo RAR adquire a totalidade do capital social da Colep e em 2002 é construída a Colep Polónia, uma fábrica de *Contract Manufacturing*.

Foi concretizada, em 2004, a fusão com a empresa canadiana CCL, formando-se assim a empresa europeia mais importante de *Contract Manufacturing* de produtos de cosmética, higiene pessoal, cuidado do lar e farmacêutica; está presente em Portugal, Espanha, Reino Unido, Suíça e Polónia. O acordo implica a fusão da Colep com a CCL *Custom*

Manufacturing Europe, em que a RAR ficará com uma participação de 60% na nova empresa, sendo os restantes 40% detidos pela CCL.

A preocupação constante com a evolução levou à criação do centro de inovação em 2006, com o objetivo de investigar tecnologias, criar uma relação mais forte com clientes e, consequentemente, garantir o posicionamento enquanto líder de mercado.

Em 2010, a ColepCCL dá um novo passo estratégico e investe, pela primeira vez, na América do Sul, com a criação de uma *joint venture* com a *Provider*, líder no Brasil em produtos de higiene pessoal e cuidado do lar. Esta fusão, com o nome de CPA (Colep Provider Aerossols), possibilita o crescimento do mercado na América Latina em aerossóis e em bens de consumo.

Por uma questão estratégica, a partir de 2011, a ColepCCL muda o nome para Colep.

O crescimento da Colep tem vindo a ser notório e afirmou-se, em 2013, como uma empresa global, com a formação da aliança estratégica com a *One Asia Network*. A aliança permite uma partilha das melhores práticas e permite apoiar os seus clientes à escala global.

A Colep dispõe de 3 unidades industriais no Brasil e 7 na Europa, às quais se juntaram as unidades do México e Sharjah. Em conjunto com a *One Asia Network*, a empresa faz parte de uma rede de 19 unidades industriais, situadas na Alemanha, Espanha, Polónia, Portugal, Brasil, México, EAU, Índia, Japão, China, Tailândia e Austrália (Anexo A).

1.2.1 Missão, visão e valores da Colep

A visão da Colep é ser líder na criação de valor proporcionando aos seus clientes soluções de manufatura de produtos e embalagens, através da inovação, tecnologia e práticas sustentáveis. Para isso, a Colep propõe-se a colaborar com o seus clientes por forma a promover o conforto e bem estar aos consumidores – missão da Colep.

A empresa rege-se pelo conjunto dos seguintes cinco valores:

1. Foco no Cliente – Proatividade em alcançar e exceder as expectativas dos clientes internos e externos;
2. Ética – Comportamento guiado pelo respeito, confiança e justiça;
3. Aprendizagem e Criatividade – Abertura para aprender e ser criativo na procura de novas soluções;
4. Criação de Valor – Comprometimento na procura de criação de valor sustentável para todas as partes interessadas;
5. Paixão pela Excelência – Preocupação e esforço em melhorar e alcançar excelência em tudo o que faz.



Figura 1 - Valores da Colep

1.3 Objetivos do projeto

O projeto *Aumento da Robustez dos Processos em Linha de Montagem* surge com a necessidade de controlar a instabilidade e variabilidade dos processos de três linhas na montagem de industriais, para aumentar a sua disponibilidade. As grandes preocupações são as lacunas ao nível de controlo e registo dos processos, quer em termos de qualidade quer de desperdício, assim como a falta de formação dos operadores.

Definiram-se, assim, quatro objetivos muito claros:

- Redução da taxa de defeitos por zona de embalagem e por processo;
- Redução dos tempos de *Setup*;
- Parametrização de processos;
- Implementação de 5'S.

Os objetivos do projeto são parcialmente quantificáveis, na redução dos tempos de *Setup*, na sucata produzida durante a produção e na taxa de defeitos por zona de embalagem e por processo. Os não quantificáveis referem-se à implementação de *Standard Operating Procedures* (SOP), à formação de operadores, fomentando a polivalência, e à implementação de 5'S.

Em suma, o objetivo do projeto é investigar as causas raiz dos incidentes críticos nos processos, que devem ser eliminados para aumentar a robustez dos referidos processos e a fiabilidade dos produtos.

1.4 Método seguido no projeto

O projeto foi acompanhado através da metodologia *A3 Thinking*. Esta ferramenta foi útil, no sentido de permitir um acompanhamento do projeto organizado e focado em objetivos.

O *A3 Thinking* foi um método criado pela Toyota para a resolução de problemas, com a dimensão de uma folha A3. Esta ferramenta de comunicação simplifica e normaliza o processo de melhoria por incentivar o consenso e é constituída pelas seguintes 9 etapas:

- **Etapla 1: Clarificar Objetivos**

Descreve a necessidade do projeto e o âmbito em que se insere.

- **Etapla 2: Observar a Realidade do Estado Atual**

Pretende caracterizar a situação atual.

- **Etapla 3: Estabelecer Alvos**

Determinar/Identificar os alvos do projeto, descrevendo o desafio a atingir.

- **Etapla 4: Analisar Causas**

Requer a identificação de todas as possíveis causas do problema utilizando, ferramentas como: diagramas de causa e efeito, cinco porquês, diagrama de Pareto, etc..

- **Etapla 5: Desenhar as Soluções**

Identificar todas as soluções possíveis para atingir os resultados pretendidos e selecionar a ferramenta ou solução que trará o melhor resultado. É usual a classificação das soluções numa matriz Esforço vs. Custo Implementação.

- **Etapa 6: Testar as Soluções**

Assegurar que a solução escolhida é eficaz na resolução do problema, definindo ensaios ou testes, com o objetivo de recolher dados para suportar a decisão.

- **Etapa 7: Atualizar Plano de Ações**

Identificação do esforço de implementação de quem é responsável, para quando está definida a implementação e avaliar estado das ações já implementadas.

- **Etapa 8: Confirmar Atingimento dos Alvos**

Acompanhar o estado das soluções e verificar a evolução, no sentido de atingir os resultados definidos na etapa 3.

- **Etapa 9: Lições Aprendidas**

Retirar conclusões acerca da evolução do projeto, em termos de riscos e oportunidades servindo estas para aferir a qualidade do projeto.

Esta ferramenta foi utilizada para acompanhamento do projeto em reuniões semanais, em conjunto com os responsáveis da Produção e dos responsáveis das secções de Engenharia e Manutenção, com convites pontuais para outras áreas sempre que tal se justificou.

O projeto foi dividido em três fases principais:

- A primeira fase foi constituída pela observação das linhas, no sentido de perceber o seu funcionamento e definir o diagnóstico da situação inicial, sendo crucial a envolvimento dos operadores no projeto, desde o início, por serem eles quem melhor conhece os processos e os incidentes reais, sendo, por isso, muito importante o seu envolvimento e a sua participação ativa, tanto na recolha de dados como na implementação de melhorias;
- Seguidamente, foi definida uma linha piloto como foco do estudo inicial, uma vez que as linhas alvo do projeto são muito semelhantes, tanto como nos processos como no produto final. Nesta linha, foi feito um levantamento de dados de tempos de *Setup* e quantidade de sucata produzida nos processos alvo, de modo a definir um *baseline*. Recorrendo à recolha de fotografias e filmagens, foram analisadas em pormenor as diferentes mudanças de formato, para posterior identificação de melhorias adequadas aos problemas encontrados e definidas e implementadas metodologias de controlo, tanto de processos como de qualidade;
- Na fase final foi elaborada e avaliada uma lista de propostas de melhoria e acompanhadas as soluções implementadas.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em seis capítulos, que estão estruturados da seguinte forma:

- No primeiro capítulo apresenta-se, de forma sucinta, os objetivos e motivação do projeto, assim como uma breve história da Colep Portugal S.A.. Neste capítulo

também se aborda a metodologia seguida para identificação e desenho das soluções dos problemas;

- O segundo capítulo é constituído por uma fundamentação teórica das metodologias mais vanguardistas na área industrial. Este enquadramento teórico serve como base e referência para as ferramentas e metodologias utilizadas no decorrer do projeto;
- No terceiro capítulo faz-se uma descrição do problema a estudar, detalhando o processo produtivo em causa;
- O quarto capítulo é dedicado à análise inicial dos processos, alinhados com os objetivos propostos pela Empresa. Aqui são identificados os constrangimentos, a sua criticidade e respetivo impacto;
- O quinto capítulo descreve todo o desenvolvimento do projeto, caracterizando as causas raiz dos problemas identificados e as respetivas ações para melhoria dos processos. Neste capítulo também se acompanha o impacto das soluções implementadas, validando assim os seus resultados;
- Por fim, no sexto capítulo, encontram-se as conclusões relativas ao projeto e são delineadas as propostas de trabalhos futuros.

2 Enquadramento teórico

A necessidade é a mãe da invenção; todas as mudanças e melhorias surgem de uma necessidade sentida pelos operadores (Ohno 1988).

Este capítulo é dedicado à apresentação de metodologias e ferramentas utilizadas como base para o desenvolvimento do projeto.

2.1 Toyota Production System

“The right process will produce the right result.” (Liker 2004)

Lean é uma revolução - é mais do que usar ferramentas, mais do que mudar processos - é uma mudança profunda na forma como a empresa é gerida, como as pessoas fazem o seu trabalho. Com a filosofia *Lean* há uma mudança de paradigma: as organizações deixam de se contentar com um nível suficiente e focam-se em atingir a perfeição (Melton 2005).

O *Toyota Production System* (TPS) é a base do *Lean Manufacturing* e surgiu da necessidade de, após a segunda guerra mundial, chegar ao nível de produtividade do mercado. Esta necessidade iniciou uma profunda alteração na Toyota, no sentido de eliminar o desperdício e responder às necessidades do cliente (Liker 2004).

A Toyota desenvolveu um sistema de produção que implicava mudanças frequentes e rápidas, porque no mercado em que operava não se justificava a produção em massa. Acima de tudo, investiu em formar os operadores, para que fossem capazes de mudar qualquer processo, sempre que necessário, de executarem diferentes trabalhos, aumentando assim a flexibilidade da empresa (Drew, McCallum, e Roggenhofer 2004).

Taiichi Ohno criou uma representação simples do TPS, com o objetivo de identificar as principais características e bases desta metodologia, conforme é possível observar na Figura 2.

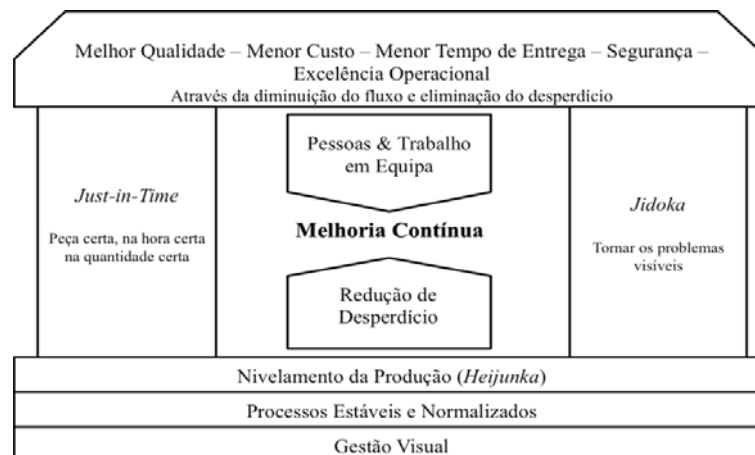


Figura 2 - *Toyota Production System*, adaptado de Liker (2004)

A “Casa Toyota” (Figura 2) é um dos símbolos desta metodologia. A casa é um sistema estrutural e é tão forte quanto os seus componentes. O telhado representa o objetivo a atingir: melhor qualidade, menor custo e menor tempo de entrega. Os pilares desta metodologia são o *Just-in-Time* (JIT) e *Jidoka* (Liker 2004).

JIT significa que apenas chegam a um processo as partes necessárias, na quantidade necessária e quando são necessárias. Chegar ao estado zero *stocks* é o ideal. *Jidoka* é o segundo pilar desta metodologia que, na sua essência, significa autonomia, ou seja, quando surge um problema, é indispensável uma pessoa para parar a linha de produção (automação com intervenção humana). Este processo previne a produção de produtos defeituosos e elimina sobreprodução, promovendo a investigação da causa do problema, para que não se volte a repetir (Ohno 1988).

A base da casa é a necessidade de processos normalizados, estáveis e fiáveis, e também *Heijunka*, que significa o nivelamento da produção em termos de volume e variedade, importante para a estabilização dos processos e para manter o mínimo *stock* possível. Outro alicerce importante é a gestão visual, ferramenta que complementa o dia a dia de forma natural, por apelar aos sentidos da visão, tato ou audição e não permitir que os problemas estejam encobertos (Liker 2004).

As pessoas estão no centro da casa, uma vez que apenas com melhoria contínua é que se consegue alcançar processos estáveis. As pessoas precisam de ser treinadas e de estar atentas aos problemas e, mais importante, de perceber as causas e quais as soluções (Liker 2004).

Lean é, resumidamente, um conjunto de princípios, metodologias, ferramentas e técnicas pensadas para resolver a causa dos problemas que levam a uma descida na performance operacional. É uma abordagem sistemática para a eliminação de perdas, comprimindo a distância entre a performance real e a desejada/exigida pelos clientes. O objetivo passa, então, por otimizar o custo, qualidade e tempo de entrega, enquanto se aumenta a segurança. Este objetivo é atingido com a eliminação de três fontes de perdas operacionais: desperdício, variabilidade e inflexibilidade. Considera-se como desperdício tudo o que acrescenta custo, mas não valor. Variabilidade é interpretado como qualquer desvio nos requisitos que afete a qualidade de um produto ou serviço. Inflexibilidade são as barreiras que impedem satisfazer as necessidades do cliente (Drew, McCallum, e Roggenhofer 2004).

Implementar *Lean* é uma revolução que as empresas devem receber abertamente, pelos potenciais benefícios que esta transformação acarreta (Melton 2005). No entanto, é preciso ter em atenção que o TPS não é uma receita certa para o sucesso e não é regido por um conjunto de ferramentas pré-definidas e implementadas no curto/médio prazo; é uma forma de pensar, uma filosofia focada na satisfação dos clientes; trata-se de uma procura pela melhoria em constante evolução (Liker 2004).

2.1.1 Princípios TPS

“A lean operating system follows certain principles to flow value to the customer while minimising all forms of loss.” (Drew, McCallum, e Roggenhofer 2004)

As empresas têm contextos, necessidades e objetivos diferentes e devem adaptar o TPS à sua própria realidade; contudo, há um conjunto de princípios pelos quais se podem reger. Pinto (2014) refere que os princípios do *Lean* são:

1. **Conhecer quem servimos** - É importante conhecer os interesses e necessidades de todas as partes da organização e não só as do cliente. No entanto, o foco principal deve ser o cliente final, e não os demais ao longo da cadeia de valor, de forma a garantir que o produto ou serviço é comprado.
2. **Definir os valores** - Organizações que ambicionam um futuro próspero devem definir valores que incluam a defesa de todas as partes.

3. **Definir cadeias de valor** - A organização deve definir a sua intervenção na cadeia de valor sem sobrepor nenhuma das partes, procurando manter o equilíbrio de interesses.
4. **Otimizar o fluxo** - A empresa deve procurar sincronizar os fluxos de pessoas, de material, de informação e de capital, conseguindo assim uma integração das partes envolvidas na criação de valor.
5. **Implementar *Pull System***, se possível, **nas cadeias de valor** - Este sistema procura deixar o cliente liderar os processos, evitando assim prever quais seriam as necessidades do cliente.
6. **Procurar a perfeição** – Procurar ser rápido na adaptação ao mercado, estar sempre pronto a evoluir, e incentivar e envolver todas as partes na melhoria contínua.
7. **Inovar constantemente** – Pesquisar novos produtos, novos processos, criar valor, procurando sempre não só satisfazer o cliente como superar as suas expectativas.

A eliminação de desperdício e a otimização dos processos é vital para a sustentação de uma empresa; contudo, a criação de valor é vital para as organizações. Só assim as empresas se conseguem manter competitivas e ativas no mercado (Pinto 2014).

2.1.2 Tipos de desperdício

“The vicious cycle of waste generating waste hides everywhere in production.” (Ohno 1988)

Uma análise cuidada de qualquer processo produtivo revela desperdício e espaço para melhoria. Desperdício foi anteriormente definido como qualquer processo que acrescenta custo sem adicionar valor; este processo é, então, considerado desnecessário e deve ser eliminado. Há, no entanto, atividades que não acrescentam valor, mas que são necessárias e devem ser minimizadas, como o deslocamento para ir buscar peças, por exemplo (Ohno 1988).

Para eliminar o desperdício é necessário reconhecê-lo. Existem, segundo o TPS, sete tipos de desperdício, ou, em japonês, *Muda* (Ohno 1988):

1. Sobreprodução

Diz respeito à produção em quantidades maiores do que o cliente pediu ou sem ser necessário. É considerado por Ohno (1988) o mais grave dos sete, por ser difícil eliminá-lo e por esconder os outros tipos de desperdício.

2. Espera

Quando os produtos estão à espera de alguma transformação ou em armazém, parados. Refere-se também ao tempo que os operadores perdem à espera da máquina ou do processo anterior. Este tempo significa perda de valor para o cliente; numa filosofia JIT, os recursos devem ser fornecidos quando necessário.

3. Transporte

O movimento desnecessário de materiais é considerado desperdício, uma vez que não acrescenta valor para o cliente. A minimização dos tempos de transporte permite a otimização do fluxo produtivo.

4. Inventário

É constituído por matérias-primas, matérias em curso de fabrico ou produto acabado sem valor acrescentado. Está relacionado com a sobreprodução, e significa que existem quantidades acima das necessárias, que representa capital que não está em circulação. Somente quando o inventário é reduzido é possível descobrir problemas estruturais nas empresas, como tempos de *Setup* ou índices de defeitos elevados.

5. Processos desnecessários

Acontece quando um certo processo não acrescenta valor; é dispensável para satisfazer as necessidades do cliente e o custo é superior ao previsto, diminuindo a rentabilidade.

6. Movimento

Qualquer deslocamento de pessoas que não acrescente valor deve ser eliminado, como o movimento à procura de material, por aumentar o custo do produto e o cansaço/desgaste dos operadores.

7. Reprocessamento

A causa raiz dos problemas deve ser solucionada, de forma a evitar defeitos no produto. Os problemas de qualidade podem ser causados pelo material, pelo operador ou pelo equipamento; o reprocessamento consome recursos adicionais para cumprir o plano de produção, devendo, portanto, ser evitado.

A eliminação destas fontes de desperdício maximiza a excelência operacional. Há, contudo, outras fontes de perdas como a variabilidade, ou *Mura*, que é inerente aos processos. A variabilidade na qualidade de um produto ou nos serviços é considerado *Muda* quando não assegura a conformidade dos requisitos e deve então ser eliminada. A variabilidade pode ter origem em cinco fatores conhecidos como os 5M(s) dos processos (Imai 2012):

1. **Mão de obra:** Está relacionado com a competência e assiduidade de cada trabalhador;
2. **Máquinas:** Refere-se a avarias, *Setup* e outras paragens que afetam a disponibilidade e eficiência da máquina;
3. **Materiais:** Relacionado com a qualidade, manuseamento e armazenamento de materiais;
4. **Métodos:** Relativo à normalização de informação e procedimentos;
5. **Medições:** Assegura que o processo está a correr conforme planeado, por seguir medições específicas, normalizadas para todos os operadores.

Por último, deve ser evitada a instabilidade nos processos, *Muri*, que significa condições fatigantes de trabalho nos processos, com a perpetuação de defeitos nos produtos. É importante reconhecer as causas de *Muri* e eliminá-las, para aumentar a motivação dos operadores (Imai 2012).

2.1.3 Resolução de problemas

“The more time spent getting the problem statement right, the less time will be needed to actually address the problem.” (Imai 2012)

A análise das causas de um problema é de extrema importância. A causa raiz deve ser encontrada e eliminada para prevenir que o obstáculo apareça de novo (Imai 2012).

O primeiro passo é clarificar o problema; inicia-se com a observação imparcial da situação inicial e compará-la com o *standard*. Pode implicar a priorização de problemas, usando ferramentas como diagramas de Pareto (Imai 2012).

Depois da análise inicial, deverá ser possível a identificação da origem do problema e qual a causa possível. Perceber qual a causa raiz do problema é difícil e requer, muitas vezes, o uso de metodologias, como os cinco porquês ou diagramas de causa-efeito. Descoberta a causa raiz é possível definir contra medidas e normalizar o processo. Sem a definição de novos *standards* para perpetuar a melhoria, esta cairá no esquecimento e não estará disponível para futura aprendizagem (Liker 2004).

A Figura 3 resume a metodologia de resolução de problemas utilizado pelo TPS.

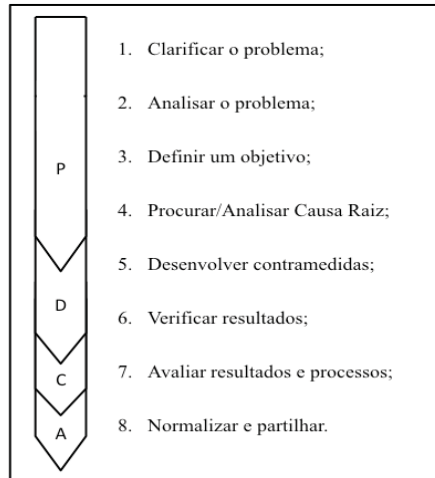


Figura 3 - Método de resolução de problemas, adaptado de Imai (2012)

2.2 Total Quality Management (TQM)

“Don’t accept poor quality. Don’t make poor quality. Don’t pass on poor quality.” (Imai 2012)

Este termo refere-se à orientação da empresa para uma cultura de zero defeitos, onde todos os processos estão orientados para a excelência na qualidade.

Qualidade foi definida por Philip B. Crosby, responsável da qualidade na empresa americana de aeronaves militares Martin Company, como conformidade com as especificações (Crosby 1979). A qualidade está diretamente relacionada com a redução de variabilidade nos processos e nos produtos (Creech 1994). Uma empresa que foque a sua atenção na qualidade dos seus processos necessita de cumprir especificações exigidas pelo cliente.

De seguida, serão apresentadas ferramentas e metodologias que visam a implementação de uma cultura de zero defeitos.

2.2.1 PDCA/SDCA

“PDCA means never being satisfied with the status quo.” (Imai 2012)

Melhoria contínua só pode ocorrer em processos estáveis e *standard*. Quando um processo é estável é mais fácil identificar os problemas reais e aprender com a melhoria contínua. A cultura deve ser de reflexão e autocrítica; deve existir um desejo natural de melhoria. No entanto, a cultura ocidental não vê a crítica como uma oportunidade de melhoria, mas antes como sinal de fraqueza. O TPS exige que uma pessoa seja responsável pelas suas ações, reconheça o problema e tome medidas de prevenção (Liker 2004).

O ciclo PDCA permite a elaboração e sustentação de *standards*. Na fase **Planear** (*Plan*) estabelece-se o objetivo a atingir e definem-se as ações de forma a atingir esse mesmo objetivo. **Executar** (*Do*) refere-se à implementação do plano e **Verificar** (*Check*) diz respeito à certificação de que os resultados das diferentes ações estão de acordo com o plano. Na última fase, **Corrigir**, (*Act*) assegura-se a normalização para prevenir que o problema volte a surgir ou definem-se novas ações tendo em conta os resultados (Imai 2012).

Este ciclo é um processo iterativo; uma vez resolvido um problema, deve ser alvo de mais uma ação de melhoria. Contudo, no início, qualquer problema é instável e antes de iniciar um ciclo PDCA é importante a normalização do processo, aplicando o ciclo SDCA. Responder a questões como “O problema surgiu pela inexistência de *standards*? Porque razão não foram os *standards* cumpridos? Ou porque não são os *standards* adequados?” é útil na

implementação de *standards*. Uma vez normalizado o processo é possível iniciar o ciclo PDCA. Concluindo, o ciclo SDCA normaliza e estabiliza os processos enquanto o ciclo PDCA os melhora (Figura 4) (Imai 2012).

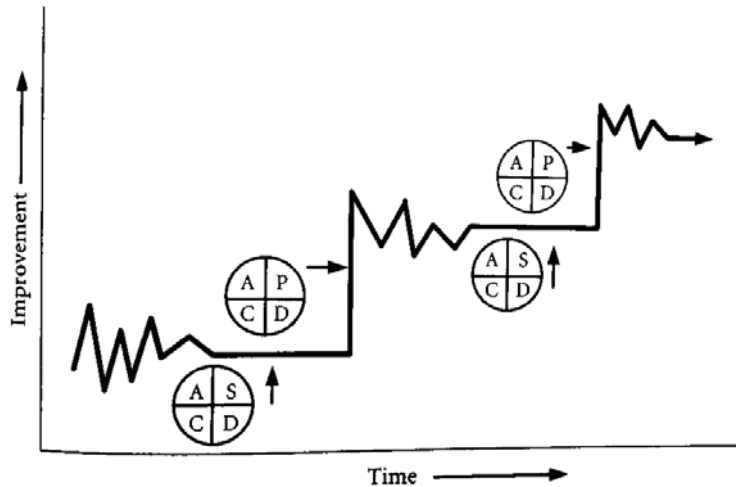


Figura 4 - Impacto dos ciclos SDCA e PDCA na melhoria de uma organização (Imai 2012)

2.2.2 *Poke-Yoke*

Se as pessoas tivessem a onipotência dos deuses, nunca se esqueceriam de nada, em nenhuma altura; no entanto, acontece ao ser humano esquecer-se de alguma coisa, simplesmente acontece em alguma ocasião. Existe, por outro lado, outro tipo de esquecimento, aquele que acontece quando as pessoas não se lembram que se esqueceram de algo. É por isso que muitas vezes se utilizam *checklists*, para evitarem esquecer-se de algo. Porque não trazer este tipo de auxiliares de memórias para as linhas de produção? (Shingo 1986)

Com este problema em mente, Shingeo Shingo introduziu o conceito de *Poke-Yoke*, um sistema de eliminação de erro. O termo é oriundo das palavras japonesas *Poke*, significa erros inadvertidos, e *Yoke*, que evita. É então uma ferramenta que serve para prevenir os tipos de erros inadvertidos que as pessoas cometem (Shingo 1986).

Aplicados ao desenvolvimento de processos, os princípios de *Poke-Yoke* podem facilitar a realização de tarefas, tornando-as mais eficientes, seguras e económicas. Esta ferramenta envolve os seguintes passos (Pinto 2014):

1. Identificar os problemas que podem acontecer;
2. Determinar modos de prevenção do problema – de preferência preventivos;
3. Identificar e selecionar as ações corretivas.

Uma organização tem como objetivo entregar ao cliente produtos sem defeitos, de forma a manter-se competitiva. O custo e tempo perdidos com inspeções e retrabalho são muito significativos. Por este motivo, é sempre preferível o uso de *Poke-Yoke*, uma vez que este possibilita a diminuição do tempo de resposta entre a deteção de uma anomalia e a aplicação da respetiva ação corretiva (Pinto 2014).

2.2.3 *Standard Work*

Considera-se que um processo está controlado quando existe normalização de processos, quando os operadores fazem o seu trabalho de acordo com os *standards* estabelecidos e sem anomalias (Imai 2012).

Existem dois tipos de *standards*: de gestão e operacionais. Os *standards* de gestão dizem respeito a regras administrativas, enquanto que os operacionais estão relacionados com a forma como os operadores fazem o seu trabalho, como entregam qualidade e quais os custos associados. *Standards* operacionais, significam, portanto, estabelecer um procedimento seguro e fácil para o operador, implicando menores custos e traduzindo-se em qualidade para o cliente (Imai 2012).

Seguir normas é importante, de modo a executar o trabalho da melhor forma, satisfazer o cliente e assegurar a segurança e o crescimento da organização. De acordo com Imai (2012) existem cinco características da normalização:

1. Representam a melhor forma, mais fácil e segura, de executar um trabalho;
2. Oferecem a melhor forma de preservar conhecimento e experiência;
3. Possibilitam uma forma justa de avaliar performance;
4. Mostram a relação causa-efeito de anomalias;
5. Providenciam uma base para manutenção e implementação de melhoria.

Concluindo, a normalização deve assegurar a qualidade do produto ou serviço, e sem eles não é possível construir um sistema de manutenção de qualidade (Imai 2012).

2.3 Total Productive Maintenance (TPM)

Enquanto o foco do sistema TQM é aumentar a qualidade e performance em geral, o sistema TPM foca-se em melhorar a qualidade do equipamento. O objetivo do TPM é maximizar a eficiência do equipamento através de um sistema de manutenção que visa alongar o tempo de vida das máquinas (Imai 2012).

O TPM pode ser resumido nos seus oito pilares (Borris 2006):

1. Segurança

Foca-se na proteção do operador, no sentido de evitar acidentes e prevenir erros humanos.

2. Formação

Está relacionado com o desenvolvimento das competências dos operadores de forma a fomentar a autonomia.

3. Manutenção Autónoma

Garante a integração das equipas na gestão autónoma dos equipamentos, estando estas aptas a identificar situações anómalas e atuar no sentido de as corrigir. Pretende que os operadores saibam efetuar a manutenção aos equipamentos que utilizam.

4. Manutenção Planeada

Procura identificar e resolver causas raiz dos problemas em equipamentos; são equipas constituídas por operadores mais especializados, treinados para solucionar problemas mais complexos.

5. Manutenção da Qualidade

Concebido para estabelecer e manter as condições adequadas para a obtenção de uma cultura de zero defeitos.

6. Melhorias Específicas

Análise e identificação de problemas de modo a solucioná-los, recorrendo a ferramentas de melhoria contínua.

7. Sistemas de Suporte

Refere-se à análise de anomalias e respetiva resolução nos departamentos de suporte de uma organização.

8. Gestão da Fase Inicial

Equipas criadas para acompanhar todas as etapas do ciclo produtivo, no sentido de identificar oportunidades de melhoria.

2.3.1 SMED – *Single Minute Exchange of Die*

“*SMED starts by defining changeover time as the time taken from the finish of the last good-quality part from one batch to the first good-quality part of the next batch.*” (Coimbra 2009)

Shingeo Shingo introduziu esta ferramenta com o objetivo de reduzir os tempos de mudança num dos processos de estampagem na Toyota. Estes afetam diretamente a disponibilidade, baixando a eficiência de qualquer processo produtivo e a sua flexibilidade. Taiichi Ohno lançou o desafio à sua equipa para a diminuição de um *Setup* que demorava quatro horas; Shingeo Shingo desenvolveu assim a ferramenta SMED que obteve resultados significativos, sendo hoje utilizado em larga escala na indústria (Coimbra 2009).

SMED pode ser resumidos em cinco passos (Coimbra 2009):

1. **Analisar situação inicial:** A primeira etapa consiste na observação do estado atual da mudança, recorrendo a filmagens e diagramas de esparguete para análise dos tempos de *Setup*.
2. **Separar atividades internas e externas:** Com os resultados obtidos na etapa anterior, as atividades são classificadas como internas – trabalho que só pode ser feito com a máquina parada - ou externas – trabalho que pode ser feito enquanto a máquina está em funcionamento. Todas as atividades externas são agrupadas no final ou no início do processo e as internas são organizadas e normalizadas, treinando assim os operadores para um novo *standard*.
3. **Converter atividades internas em externas:** Uma análise às atividades internas pode revelar uma possibilidade de as tornar externas; existem operações que são realizadas enquanto a máquina está em funcionamento que podem ser feitas com o equipamento parado.
4. **Reduzir tempos de atividades internas:** Definir medidas para a diminuição do tempo de tarefas internas, recorrendo, por exemplo, à parametrização de processos.
5. **Reduzir tempos de atividades externas:** Melhoria de tarefas externas de forma a diminuir o seu tempo.

Os benefícios do SMED só podem ser atingidos depois da realização das etapas apresentadas anteriormente. Quando aplicado sistematicamente, esta metodologia possibilita a redução para a situação ideal de *Single Minute* – menos de 10 minutos (Coimbra 2009).

2.3.2 5'S

“*Good Housekeeping in Five Steps.*” (Imai 2012)

Os 5'S são cinco passos para organizar o espaço de trabalho. É a base para a implementação e desenvolvimento de TPM e ajuda a transmitir o espírito *Lean* às equipas. Uma vez que identifica e remove tudo o que não é necessário, possibilita a melhor identificação de áreas, peças e ferramentas, tornando o espaço de trabalho mais organizado e agradável. O que é mais, torna o trabalho mais eficiente e facilita a identificação de melhorias. Tudo isto viabiliza também o aumento da qualidade do produto (Borris 2006).

Os 5'S representam 5 palavras japonesas que traduzem esta metodologia (Imai 2012):

1. **Seiri:** Separar e eliminar o que não é necessário no espaço de trabalho;

2. **Seiton:** Localizar e organizar os elementos necessários no posto de trabalho, eliminando o desperdício na procura do material requerido nas operações;
3. **Seiso:** Limpar os equipamentos e ferramentas, assim como outro lixo, de forma a manter tudo limpo e criar uma cultura de “não sujar”;
4. **Seiketsu:** Adotar o conceito de limpeza e praticar continuamente os três passos anteriores;
5. **Shitsuke:** Estabelecer *standards* e perpetuar a organização do posto de trabalho conseguida com esta metodologia.

Criado este ambiente, a implementação de qualquer projeto de melhoria será mais eficiente. Esta metodologia é de baixo custo e gera um reforço na motivação dos operadores, apresentando resultados a curto prazo (Imai 2012).

2.3.3 OEE – Overall Equipment Efficiency

No sentido de garantir que um equipamento está disponível, a ser usado corretamente e a produzir com qualidade no maior tempo possível, o TPM usa o OEE como indicador. Este identifica os impactos negativos que resultam em perdas de produção: produção abaixo da capacidade, produtos defeituosos e paragens dos equipamentos (Borris 2006).

OEE é, portanto, o produto entre três rácios que traduzem isso mesmo: performance, qualidade e disponibilidade (equação 2.1) (Borris 2006).

$$OEE = disponibilidade \times performance \times qualidade \quad (2.1)$$

Disponibilidade

É o rácio entre o tempo em que o equipamento esteve a trabalhar e o tempo planeado para produção (equação 2.2). Perdas de disponibilidade referem-se, por exemplo, a mudanças de formato, manutenção preventiva, formação de operadores e limpeza (Borris 2006).

$$\% \text{ disponibilidade} = \frac{\text{tempo planeado} - \text{tempo total de paragem}}{\text{tempo planeado}} \times 100 \quad (2.2)$$

Performance

Caso o equipamento esteja a produzir a uma cadência inferior à definida, traduz-se em perdas de performance, uma vez que é equivalente a paragens do equipamento e, consequentemente, perdas de produção. Este rácio é dado pela quantidade produzida sobre a quantidade de produtos que deviam ter sido feitos (equação 2.3) (Borris 2006).

$$\% \text{ performance} = \frac{\text{número de unidades produzidas}}{\text{possível número de unidades produzidas}} \times 100 \quad (2.3)$$

Qualidade

Considera-se aqui as unidades defeituosas, aquelas que implicam sucata ou retrabalho. A quantidade de unidades aceitáveis sobre a quantidade de unidades produzidas origina o rácio de qualidade, conforme indica a equação 2.4 (Borris 2006).

$$\% \text{ qualidade} = \frac{\text{número de unidades aceitáveis} - \text{unidade defeituosa}}{\text{número de unidades produzidas}} \times 100 \quad (2.4)$$

2.4 Learning organization

“Implementing lean is a journey, not a process.” (Drew, McCallum, e Roggenhofer 2004)

O paradigma das organizações mudou drasticamente; longe vão os tempos em que era possível fazer um bom produto, durante muito tempo, e manter uma vantagem competitiva. As empresas precisam de se adaptar ao mercado, inovar constantemente e de serem flexíveis para se manterem competitivas. Para manter este tipo de organizações é preciso um atributo muito importante: a capacidade de aprender (Liker 2004).

O que é a cultura de uma empresa? Das inúmeras definições existentes, é certo que numa primeira impressão, o que se ouve e vê numa empresa é apenas a superfície da manifestação de uma cultura. Conforme se pode observar na Figura 5, abaixo da superfície está a cultura Toyota, fazendo a analogia a um iceberg (Liker 2004).

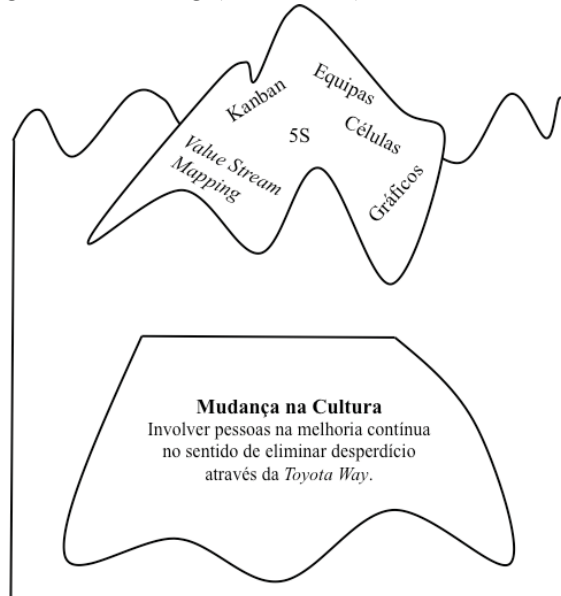


Figura 5 - Modelo iceberg da cultura de uma organização, adaptado de Liker (2004)

É claro que a mudança é difícil e quanto mais enraizada for a cultura da organização maior será a resistência à mudança. As empresas *Lean* promovem e premeiam a criatividade das pessoas, conseguindo assim ganhos significativos de eficiência e desempenho financeiro (Pinto 2014).

Para verdadeiramente enraizar o espírito *Lean* é necessário fazer um investimento a longo prazo, no sentido de educar as pessoas para que estas se adaptem e utilizem esta filosofia (Liker 2004).

Aprendizagem deve ser sinónimo de “fazer”, de estar envolvido e fazer o trabalho que é suposto; dar as ferramentas e metodologias não é suficiente, prática e aprender fazendo é essencial (Imai 2012). Resumindo, Sucesso = Entusiasmo + Ação (Pinto 2014).

“In other words, in training, people learn by doing – by practicing repeatedly. Skills cannot be acquired simply by reading a book or listening to a lecture: They must be practiced.” (Imai 2012)

3 Descrição do problema

O projeto proposto pela Empresa incidia sobre três linhas de montagem de embalagens, da célula GL02: Linhas 01, 05 e 08 e tinha como objetivo a redução de desperdício e dos tempos de *Setup*. Era também pretendido a implementação de SOP, aumento da polivalência dos operadores e controlo dos processos.

Com o aumento do volume de produção, torna-se imperativo perceber a variabilidade dos processos e reduzi-la. Os processos alvo do projeto são instáveis e/ou de excessiva variabilidade. No entanto, apesar do problema ser perceptível, não existem dados sistematizados e suficientes para se poder perceber qual a sua origem e a melhor forma de o combater. Aqui reside o principal foco do projeto no que diz respeito ao índice de rejeições: perceber qual a origem e a gravidade, de forma a atenuar ou até mesmo resolver o impacto negativo na produção.

No que diz respeito aos tempos de *Setup*, não existe uma definição clara do que constitui este tempo de mudança. De acordo com o operador que estiver a efetuar esta operação a definição varia, traduzindo-se em tempos díspares e não fiáveis. Torna-se então imperativo, além da implementação da metodologia SMED para o aumento da disponibilidade da linha, a formação de operadores para um registo futuro fiável.

Por último, a implementação de SOP é essencial para a diminuição da instabilidade e da variabilidade dos processos, com especial foco em 5'S.

O produto final das linhas em estudo são embalagens industriais metálicas geradas no setor *General Line* da Empresa. As linhas são flexíveis na sua produção, de acordo com as características das embalagens, tais como altura, diâmetro e operações de embalamento. De notar que a linha piloto é a 01 e é esta que vai ser analisada mais pormenorizadamente, pela similaridade com as linhas 05 e 08, nos processos utilizados e no produto final. O *layout* das três linhas está representado na Figura 6.

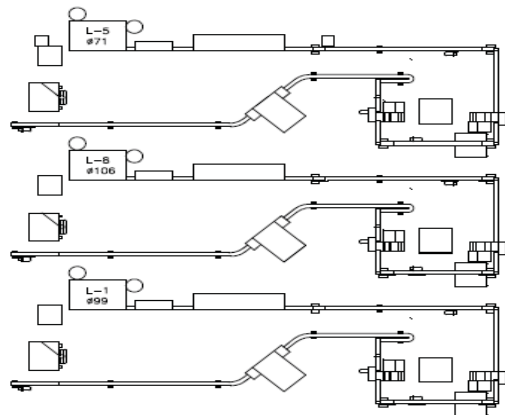


Figura 6 - *Layout* das linhas 05, 08 e 01 (de cima para baixo, respetivamente)

3.1 Funcionamento da linha 01

Para a produção das embalagens das linhas em estudo são necessários três componentes diferentes: fundos, topos (argolas, tampos ou cúpulas) e corpos (folha cortada em retângulos). A matéria-prima utilizada para todas as partes é a folha de flandres. Este é um material laminado revestido a estanho nos dois lados para evitar corrosão e ferrugem; incorpora aço que lhe confere rigidez e maleabilidade.

A matéria-prima chega à Colep em forma de bobine; as linhas em estudo são abastecidas por folha cortada e litografada, assim como fundos e topos provenientes, respetivamente, das secções de Corte, de Litografia e de Estampagem da Empresa. Na Figura 7 é possível observar os diferentes constituintes das embalagens produzidas na linha 01.



Figura 7 - Componentes da embalagem: Folha, Fundo e Topo (argola)

A Figura 8 representa o *layout* da linha em estudo, onde estão identificados os processos utilizados para realizar o produto até ao seu estado final.

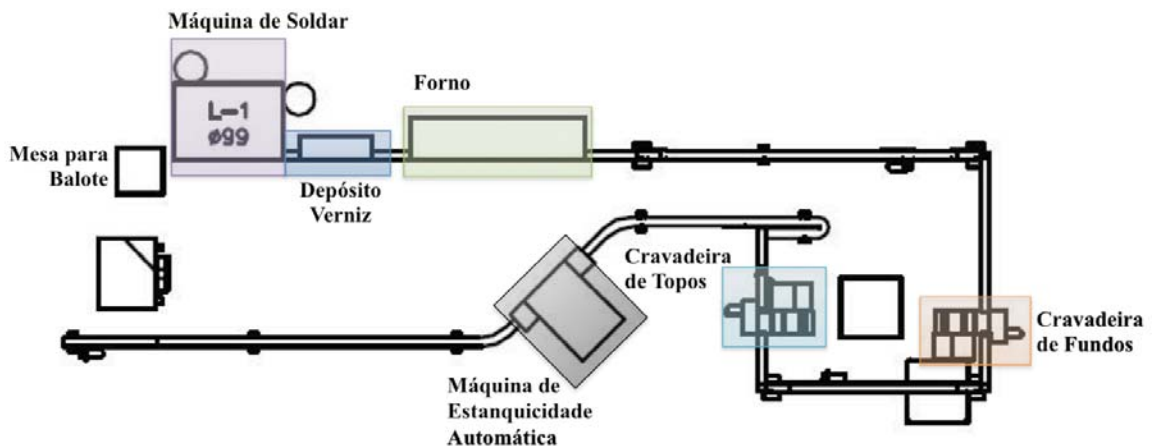


Figura 8 - *Layout* da linha 01

A linha 01 está preparada para produzir diferentes formatos: combinações de diâmetro 99mm com 22 alturas diferentes. O processo é idêntico para qualquer formato e encontra-se esquematizado na Figura 9. Inicia-se com a receção de balotes (paletes de folha de flandres previamente cortada em corpos) proveniente da litografia da Empresa e colocado na mesa para balote (1). A folha é colocada no alimentador da máquina de soldar manualmente pelo operador (2). Na máquina de soldar a folha passa pela enroladeira, que lhe dá a forma cilíndrica e é soldada, por resistência, através de um fio de cobre (3). Nesta fase, o produto designa-se por corpo da embalagem (5). Dependendo do que é pedido pelo cliente, no corpo da embalagem pode ser aplicado verniz sobre o cordão de soldadura, com o intuito de o

proteger contra a corrosão. Este pode ser colocado no interior do corpo, no exterior ou em ambos (4). Seguidamente atravessa um forno horizontal no sentido de curar o verniz (6). Após este processo, o produto em transformação, através de tapetes magnéticos, passa pelas cravadeiras de fundos e topos para cravar o fundo e topo da embalagem (7),(8). À saída da cravadeira de topos, um transportador obriga a passagem por uma máquina de estanquicidade automática onde as embalagens são testadas de forma a detetar possíveis defeitos, no que respeita à estanquicidade da embalagem, que possam originar fugas (10). Existe também na linha um aparelho de *self-test* que permite os operadores realizarem periodicamente um teste de estanquicidade manual às embalagens.

Após esta operação, o produto, por meio de transportadores, desloca-se até à zona de embalamento, onde o operador empilha as embalagens em palete de acordo com o especificado pelo cliente (11).

Para uma melhor compreensão, a Figura 9 pretende ilustrar todo o processo produtivo. Seguidamente, na Figura 10, é possível observar o fluxograma de todo o processo produtivo da linha 01.

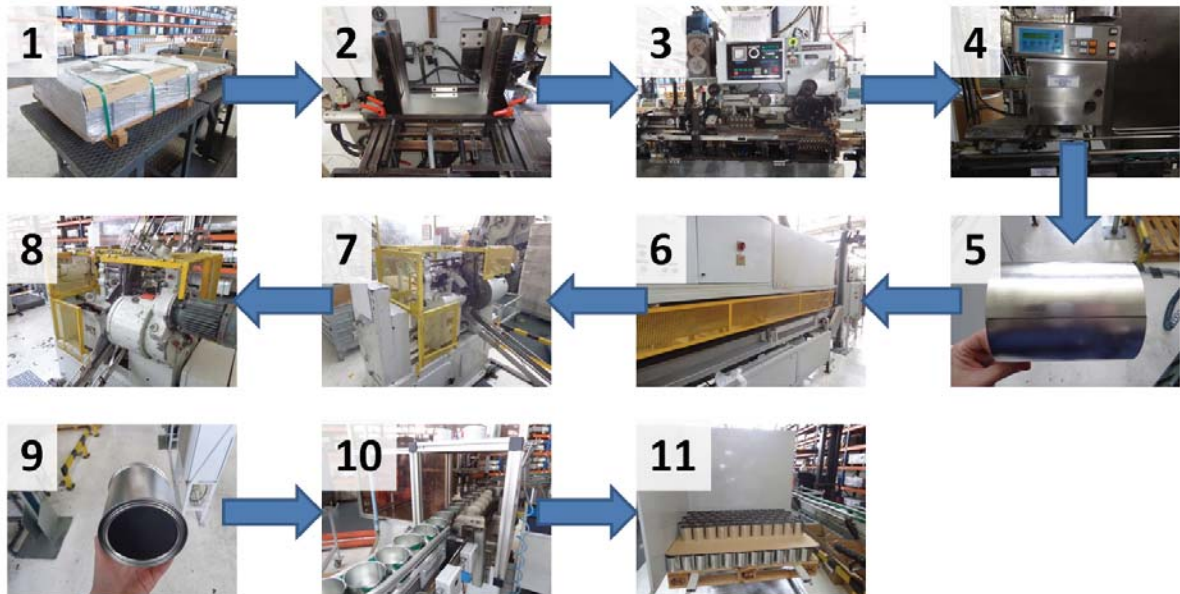


Figura 9 - Sequência de produção de embalagens da linha 01

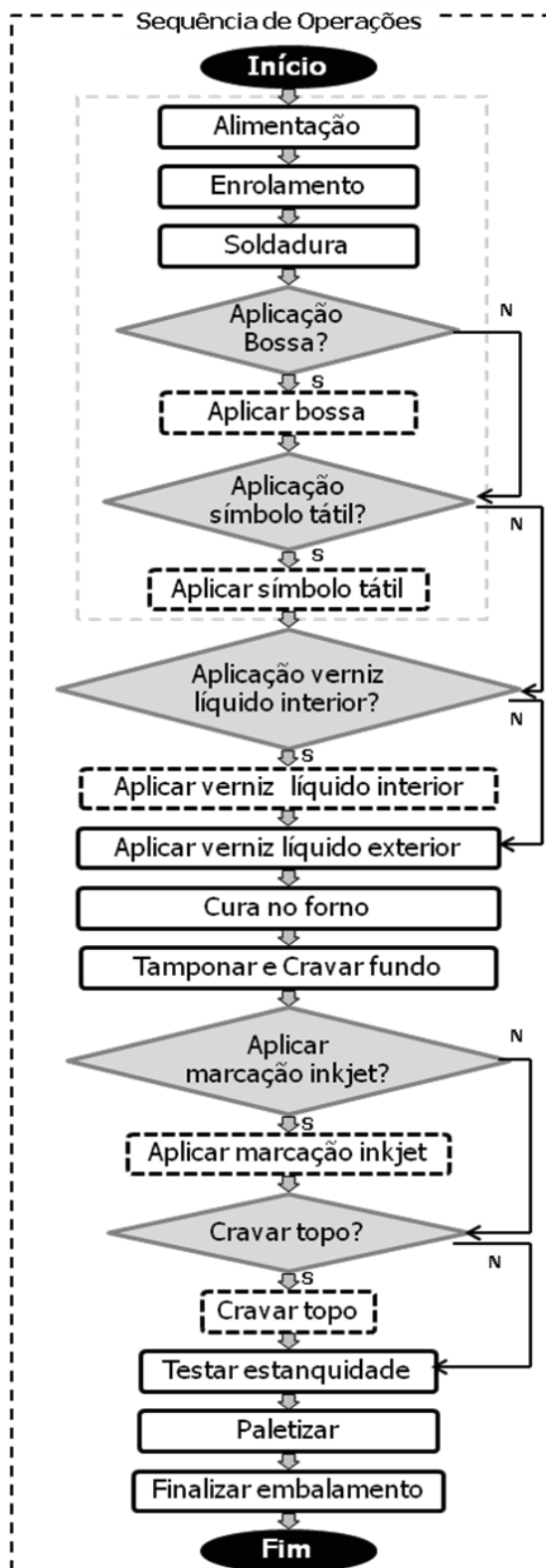


Figura 10 - Fluxograma do processo produtivo da linha 01

4 Análise da situação inicial

Neste capítulo vai ser analisada a situação *As Is*. Pretende-se, portanto, identificar os desafios do projeto e caracterizar os constrangimentos que o justificam. Um diagnóstico da situação inicial é imprescindível para conhecer o problema e implementar soluções adequadas.

Esta secção está dividida em três capítulos, com a finalidade de analisar a situação inicial da linha no que concerne ao índice de rejeições, aos tempos de *Setup* e à condução de processos.

Primeiramente é importante referir o *Key Performance Indicator* (KPI) escolhido para o acompanhamento do projeto: peso de sucata em relação à produção (Figura 11). A *baseline* criada é referente à média dos valores atingidos no ano de 2014 e o objetivo é reduzi-la em pelo menos 10%.

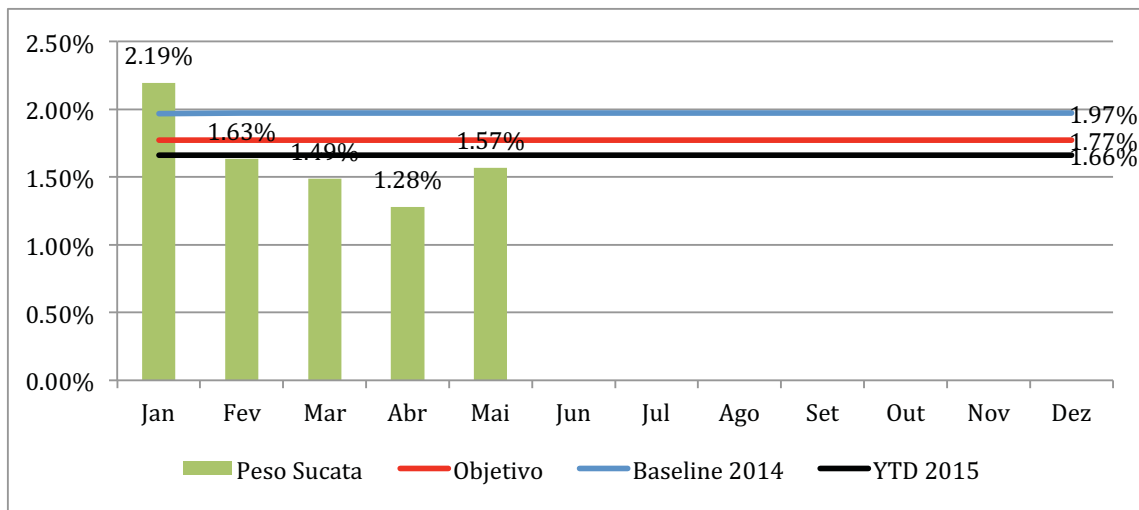


Figura 11 - KPI: Peso da sucata em relação à produção no ano 2015

4.1 Índice de rejeições

A quantidade de sucata gerada, em relação à quantidade de unidades produzidas, é um índice avaliado e acompanhado pela Empresa. Na linha em estudo, o objetivo definido em 2014 para este índice foi apenas atingido em cinco meses, conforme se pode observar na Figura 12. Daqui surge a preocupação e necessidade de acompanhar e controlar melhor os processos, assim como a definição de *standards*.

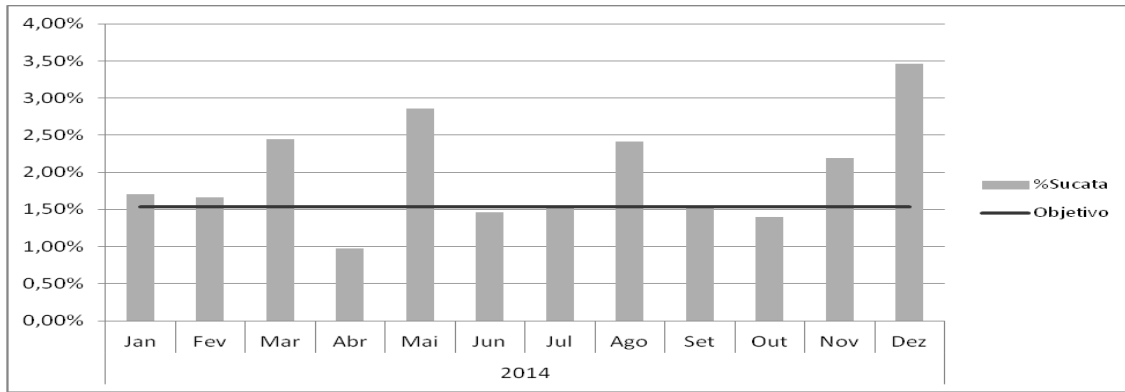


Figura 12 - Quantidade de sucata gerada em relação à quantidade de unidades produzidas no ano 2014 (%Sucata)

Uma vez que os únicos dados acerca da sucata da linha 01 são as quantidades pesadas, identificar a raiz dos problemas é praticamente impossível. Assim, teria de ser definida uma ferramenta para possibilitar o registo das quantidades de sucata por máquina e a respetiva causa de defeito.

Para isso, a autora definiu com os operadores uma lista de possíveis defeitos por máquina, para facilitar tanto o registo como para obter uma designação *standard* para cada causa de defeito. Foi elaborada uma folha que foi colocada junto de cada máquina (Figura 13 e Anexo C). A autora criou também um *UserForm* em *Microsoft Excel* para registo e acompanhamento da percentagem de sucata gerada por quantidade de embalagens produzidas (Anexo D). Foi preciso um acompanhamento diário junto dos operadores de forma a perceber falhas e potenciais melhorias para o método de registo, assim como para garantir que o registo era efetuado corretamente.

Máquina de Estanquicidade Automática Linha 1								
DIA: / /	TURNO:		Ordem de Fabrico/Formato					
Causa do Defeito								
Ajustes / Afições								
Encravamentos								
Má Cravação - RG/LD mal centrado								
Má Cravação - BT mal centrado								
Mal Soldada								
Fugas Soldadura								
Fugas BT								
Fugas RD/LD								
Fundo de linha - Amassadas								
Setup								

Figura 13 - Exemplo de folha de registo de sucata: máquina de estanquicidade automática

Os operadores foram propondo alterações e melhorias ao sistema de registo, tendo sido criado um ambiente de confiança e de interajuda. Por dia e por ordem de fabrico eram registadas as quantidades de sucata, tendo em consideração a causa do problema. Com este sistema seria possível perceber a quantidade de sucata gerada pela linha por ordem de fabrico, por formato, por dia e por tipo de defeito.

Após um mês de recolha de dados (de 11 de março a 10 de abril), os problemas começaram a ser evidentes. Na Figura 14 é possível observar a evolução da quantidade de sucata em relação à produção (Peso Sucata) neste período e na Figura 15 o peso da sucata por processo.

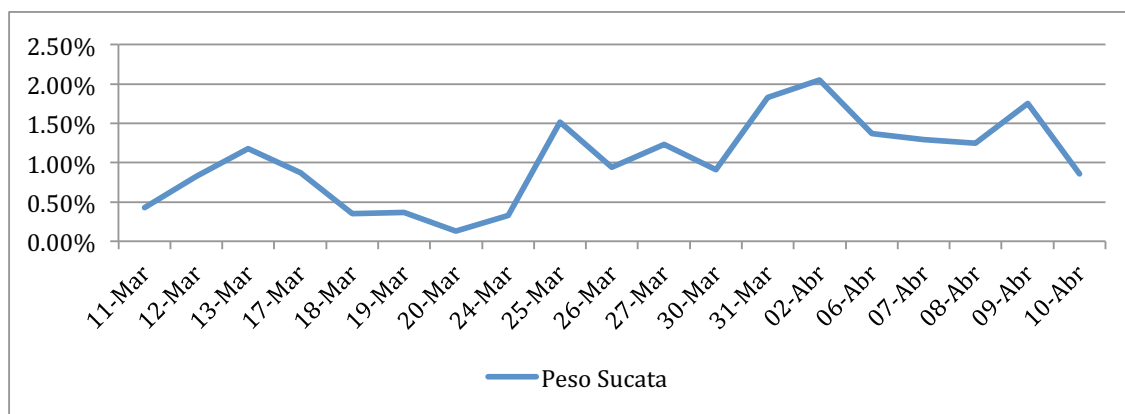


Figura 14 - Evolução do peso da sucata no período de 11 de março a 10 de abril

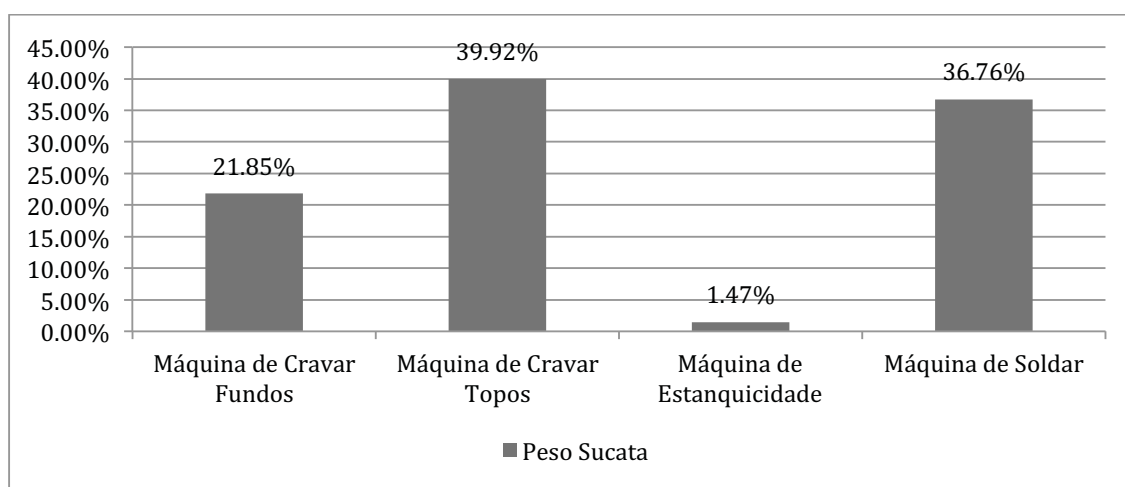


Figura 15 - Peso da sucata por processo no período de 11 de março a 10 de abril

A sucata registrada foi sempre sendo comparada com as quantidades pesadas. Avaliado o *mix* de produção e respetivo peso, foi calculado um peso médio de 95 gramas por embalagem (considerando as diferentes alturas e respetivos pesos).

A evolução presente na Figura 14 representa um valor médio de 1,07% de sucata em relação à produção. No entanto, esta percentagem no mês de março foi de 1,49% tendo em conta as quantidades reais pesadas (KPI do projeto – Figura 11). Esta diferença pode ser explicada com a margem de sucata não registrada e por não corresponder exatamente ao mesmo período de análise. O acompanhamento da sucata não registrada, isto é, a comparação das quantidades registradas com as quantidades pesadas será comentado e avaliado no capítulo seguinte.

Esta análise permitiu uma clara identificação dos problemas; de uma maneira geral, e conforme se pode comprovar pela análise da Figura 15, os principais problemas estão maioritariamente na máquina de cravação de topos e na máquina de soldar. No entanto, esta informação é insuficiente para a definição de um plano de ações. A partir da análise apresentada no Anexo B, pode-se concluir que a redução de rejeições passa por analisar os seguintes problemas:

1. Má cravação de topos;
2. Encravamentos na Máquina de Soldar;
3. Transportadores;
4. Encravamentos nas estações de cravação de topo e fundos.

A má cravação de topos (Figura 16) representava 29% da sucata registrada e como tal foi considerado um problema grave e alvo de ações de correção. Contudo, seria primeiro necessária uma análise à causa raiz do problema, uma vez que, apesar de o problema ser detetado na máquina de estanquicidade automática, não era causado por este processo.



Figura 16 - Exemplo de embalagem má cravada no topo

O carro da máquina de soldar (Figura 17) é o que possibilita a passagem da lata ao longo da máquina. Cerca de 13% da sucata produzida reside principalmente em encravamentos de embalagens nesta zona. Mais uma vez, o problema não é causado neste processo, tornando-se imperativo descobrir qual a origem do problema.

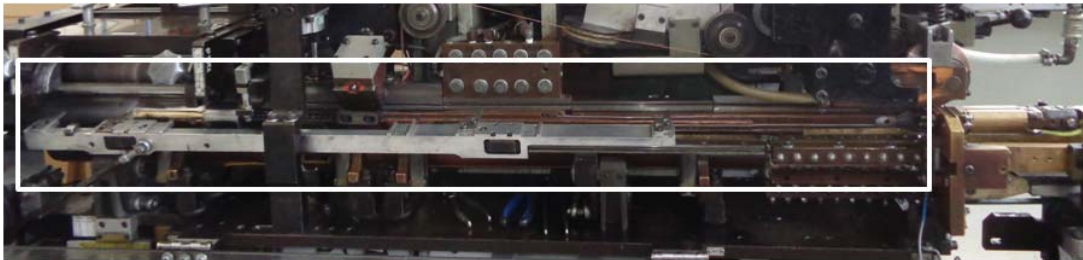


Figura 17 - Carro da máquina de soldar da linha 01

Os transportadores são rosetas incorporadas nas guias de transporte e são responsáveis por regular a cadência da linha; são ativados através de sensores que deixam, ou não, passar as embalagens conforme as necessidades da linha (Figura 18).



Figura 18 - Transportadores linha 01

Conforme os dados analisados, cerca de 15% da sucata gerada tinha origem nos transportadores. Foi considerado portanto um problema crítico, que deveria ser alvo de uma análise mais cuidada.


No que diz respeito aos encravamentos oriundos da estação de cravação tanto de topos como de fundos, foi calculado um impacto de 5% a cada. Apesar de terem um peso menos significativo, a cadência da linha é muito afetada por paragens nestes processos.

Tendo em conta este estudo, e apesar dos dados continuarem a ser recolhidos, foram definidos estes quatro problemas alvo de análise do índice de rejeições. Esta análise foi levada à reunião semanal de projeto e, em conjunto com os departamentos de Manutenção e Engenharia, foram definidas ações para resolver a causa dos problemas.

Existe, ainda, uma outra questão a explorar. Apesar de existir um controlo a 100% das embalagens produzidas, uma vez que todas passam na máquina de estanquicidade automática, existem reclamações por parte de alguns clientes quanto a existências de fugas. Estas são, por norma, microfugas no fundo, no topo ou na soldadura, que a pressão da máquina automática não é capaz de detetar ou há uma falha por parte do equipamento, que não as deteta.

No ano 2014, os custos de não qualidade atingiram valores de 11000 euros. Torna-se então fulcral ter atenção a este problema.

A Empresa já possuía um sistema de recolha de amostras para certos clientes. Todavia, com a finalidade de aprofundar esta questão, redefiniu-se o sistema de recolha e registo de amostras. Por ordem de fabrico e por palete, os operadores começaram a testar uma amostra de 10 embalagens, caso a quantidade por palete fosse inferior a 1000 unidades e 15 embalagens caso contrário (Figura 19). Este acompanhamento permite uma recolha de dados no sentido de avaliar o problema e retirar algumas conclusões que serão apresentadas no capítulo 5.

 **Relatório de Análise de Estanquicidade Manual**

Dia: ____/____/____ Ordem fabrico: _____ Linha: _____ Turno: _____

Instrução de trabalho:

1. Depois da máquina de estanquicidade automática, retirar amostra;
2. Fazer teste na máquina de estanquicidade manual;
3. Registrar resultado do teste no mapa de acordo com os códigos definidos.

NOTA: Por cada palete devem ser analisadas 15 embalagens (15 Amostras) no caso de paletes > 1000 e 10 embalagens (10 Amostras) para paletes < 1000.

Paleta	AMOSTRA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C
	BT	TP	SO	BT	TP	SO	BT	TP	SO	BT	TP	SO	BT	TP	SO
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															

Código	Descrição	Ação	Observações
1	Forma uma bolha - NÃO libertar	É posttest? Continuar produção e identificar causa.	
2	Forma várias bolhas - NÃO libertar	É na maior parte das embalagens? Proceder/corrigir causa raíz.	
3	Liberta SÓ uma bolha - demora a libertar	Microfugas:	
4	Liberta VÁRIAS bolhas - demora a libertar	1. Parar a produção; 2. Abrir BNC; 3. Analisar material produzido e fazer afinações.	
5	Fuga		

Figura 19 - Relatório de análise de estanquicidade manual

4.2 Tempos de *Setup*

Na secção de Industriais da Colep, os tempos de *Setup* são integrados no índice de disponibilidade. Através do acompanhamento da evolução do OEE nos últimos anos e, particularmente no ano 2014, é possível concluir que a disponibilidade da linha afeta em grande escala este índice (Figuras 20 e 21).

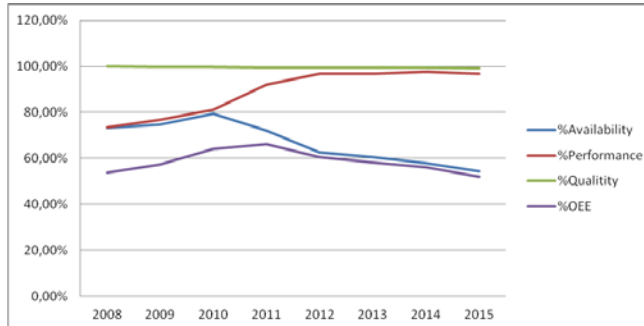


Figura 20 - OEE da Empresa nos anos de 2008 a 2015

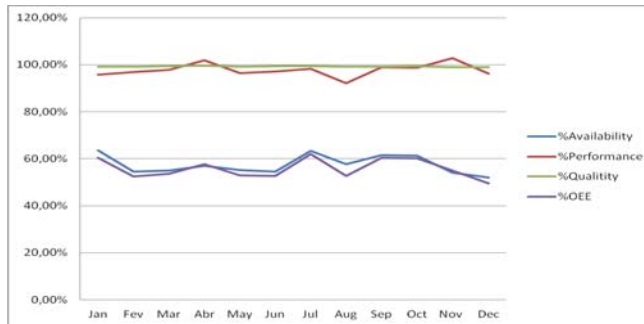


Figura 21 - OEE da Empresa no ano de 2014

Seria então natural inferir que a redução dos tempos de *Setup* se iria traduzir no aumento do índice de disponibilidade da linha. Contudo, as equipas podem ser alocadas a outras linhas enquanto o *Setup* é efetuado, o que pode levar a uma falsa interpretação dos dados. Devido a esta situação, a melhor forma de validação de resultados é em relação à diferença entre a situação *As Is* e *To Be*.

Assim, para atingir este objetivo, foi implementada a metodologia SMED, para analisar a mudança de formato e identificar possíveis melhorias, de acordo com os passos seguintes:

1. Observação e filmagem dos diferentes tipos de mudança;
2. Análise e descrição das operações observadas em cada filmagem;
3. Classificação das tarefas;
4. Identificação das oportunidades de melhoria;
5. Apresentação e debate das propostas de melhoria.

Pretende-se, com o uso desta metodologia, fazer uma análise rigorosa das filmagens efetuadas e, com base nos resultados, perceber quais os problemas e como os resolver.

Após o acompanhamento das mudanças de formato, conseguiu-se fazer uma avaliação do estado inicial conforme sistematizado na Tabela 1:

Tabela 1 - Tempos de *Setup* da linha 01

Mudanças	Tempo Médio	Objetivo	Redução
Pequenas	1:15:56	1:09:15	10%
Grandes	2:04:19	1:51:53	10%

Para os diferentes formatos foram definidos dois grupos: mudanças grandes e mudanças pequenas. Quando se trata de uma mudança de uma altura grande para uma altura pequena, ou vice-versa (Mudanças Grandes), o tempo de *Setup* é mais elevado do que entre alturas grandes, ou entre alturas pequenas (Mudanças Pequenas).

A caracterização referida foi formalizada em duas categorias:

- Alturas pequenas são todas as que estão abaixo da altura 92/98 mm e;
- Alturas grandes as que estão acima.

Após esta análise foram identificadas as principais oportunidade de melhoria, que consistiam na:

- Colocação de dois operadores a efetuar a mudança;
- Alterações ao equipamento;
- Criação de *standards*.

4.3 Condução dos processos

A normalização de processos parece ser crucial tanto para a identificação de problemas como para a sustentação das melhorias a implementar. A criação e atualização de instruções de trabalho (SOP) para as diferentes mudanças é fundamental para a uniformização dos procedimentos.

A linha 01 possuía algumas instruções de trabalho; no entanto, estavam desatualizadas, devido à introdução de diversos formatos. Consequentemente, os operadores regiam-se pelo que achavam ser a melhor forma de trabalhar e pelas suas rotinas. É portanto crucial a revisão e criação de *standards* para eliminação da instabilidade e redução da variabilidade.

É de salientar também que atualmente a linha está preparada para produzir cerca de 22 formatos. No sentido de uniformizar e tornar a linha mais dedicada à produção de certos formatos, a Empresa iniciou uma negociação com os clientes para produzir embalagens em apenas quatro alturas. A iniciativa comercial, de mútuo acordo, inclui a revisão dos contratos com os clientes.

Contudo, no âmbito do projeto foi feito um estudo aos formatos em vigor. Em 2014, foram apenas produzidos 16 formatos diferentes. Na Figura 22 apresenta-se uma análise de Pareto onde se pode constatar quais os formatos com maior peso na produção: 80% da produção contempla apenas três formatos. Com esta análise pretendeu-se saber quais os formatos que ainda se podem eliminar, ou renegociar, e aqueles cujas afinações, pelo impacto que têm, devem ser especialmente melhoradas.

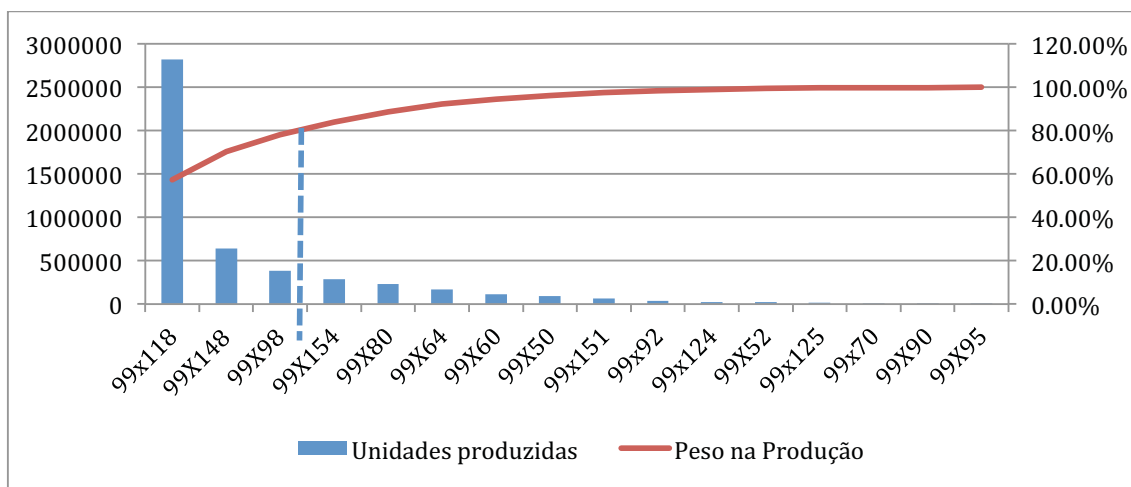


Figura 22 - Análise de Pareto aos formatos produzidos na linha 01

Assim, os formatos 99x118, 99x148 e 99x98 corresponderam a 80% da produção no ano de 2014. Estes resultados parecem indicar que a renegociação com os clientes deve evoluir neste sentido.

5 Desenvolvimento do projeto e resultados obtidos

Nesta secção pretende-se descrever a metodologia utilizada para resolver os problemas apresentados no capítulo 4, assim como apresentar os resultados obtidos com a implementação das soluções encontradas. Tal como no capítulo anterior, a análise irá ser feita desenvolvendo o projeto nos diferentes objetivos.

5.1 Redução do índice de rejeições

Na secção anterior foram identificados os principais problemas que originavam sucata. O passo seguinte seria então perceber a sua causa raiz e definir a ação principal para a eliminação ou prevenção da mesma. Posteriormente, para cada uma das soluções implementadas, foi estabelecido um acompanhamento da evolução do problema, avaliando assim o seu impacto, no que concerne à diminuição do índice de rejeições.

A evolução do índice de rejeições foi avaliado a partir do peso da sucata em relação à produção, conforme explicado no capítulo 4. Na Figura 11 (KPI do Projeto, p. 30) encontra-se a análise mensal do indicador; contudo, para um estudo pormenorizado, adotou-se uma análise semanal, de modo a evidenciar a tendência das implementações realizadas, conforme se pode observar na Figura 23.

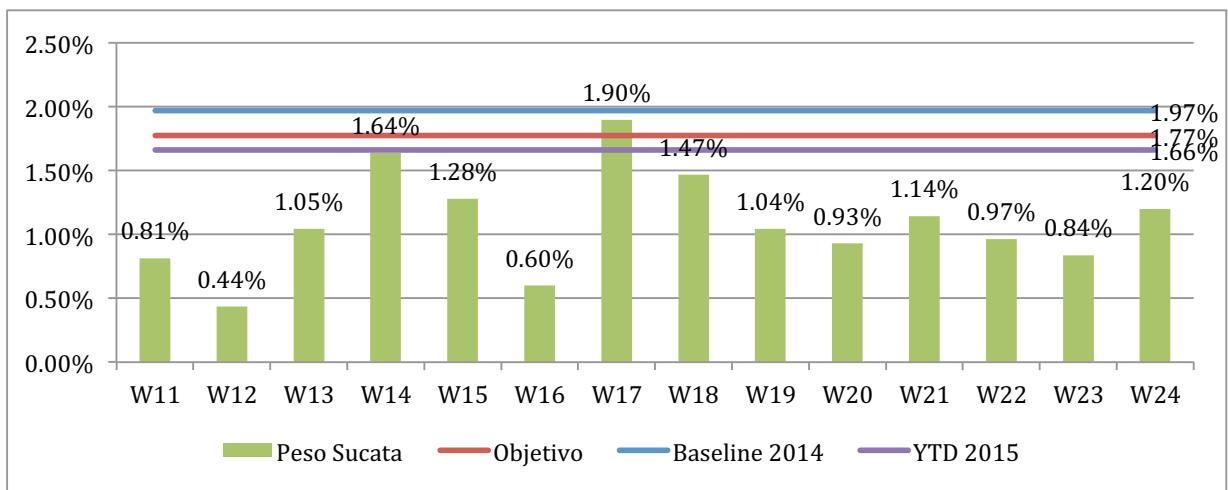


Figura 23 – Peso da sucata na produção (por semana)

Constatou-se, através do acompanhamento diário dos níveis de sucata, sem qualquer implementação de soluções, que o peso da sucata em março foi consideravelmente inferior aos valores médios do ano anterior. É percepção da autora que a atenção dada às preocupações e dificuldades dos operadores foi visível nos resultados. Estes dados (Figura 23) parecem demonstrar a adesão dos operadores aos objetivos pretendidos.

O acompanhamento diário do funcionamento da linha e a análise sistemática dos registos desencadearam ações que aumentaram a robustez dos processos, diminuindo a variabilidade evidenciada na qualidade do produto. De notar que as quantidades registadas foram sempre comparadas com as quantidades reais pesadas, no sentido de validar a fiabilidade dos resultados, através da definição um índice que mede a quantidade de sucata não registada pelos operadores.

Este índice assumiu o valor 28%, na primeira semana de acompanhamento, tendo diminuído gradualmente até 18% na última semana. Os operadores adquiriram o hábito de registar e foram partilhando o objetivo do projeto, contribuindo para o aumento da robustez dos processos. No entanto, o valor presente na Figura 23 de 1.66% (YTD 2015) refere-se à quantidade real pesada, o que significa que houve uma descida real de 16% no índice de rejeições.

5.1.1 Análise das causas raiz dos problemas

No capítulo quatro foram selecionados quatro problemas principais:

1. Cravação dos topos;
2. Transportadores;
3. Encravamentos nas estações de cravação de tampos e fundos;
4. Encravamentos na máquina de soldar.

No presente capítulo serão definidas ações complementares às principais desencadeadas, como reação à implementação de soluções de melhoria.

Cravação dos topos

Apesar de ser detetado na máquina de estanquicidade automática, o problema não era causado por esse processo. Qual seria então causa do problema encontrado? Chegou-se à raiz do problema através da metodologia dos cinco porquês:

- **Onde é detetado o problema?** Na máquina de estanquicidade automática.
- **Por que é que aparece o problema?** A máquina de cravação de topos não crava o topo bem centrado;
- **Porquê?** A embalagem está ovalizada e não cilíndrica como devia;
- **Porquê?** A máquina de cravação de fundos deforma a embalagem;
- **Porquê?** O prato de cravação deforma a embalagem;
- **Porquê?** O prato não fixa bem a embalagem no momento da cravação.

Com esta metodologia foi encontrada a origem do problema da má cravação de topo: a máquina de cravação de fundos deformava a embalagem, tornando-a ligeiramente oval. Quando esta passava pela cravação de topos, a argola (tampo ou cúpula) era mal cravada.

Para eliminar ou minimizar este problema, a solução encontrada foi criar uma alteração ao prato de cravação. Como a linha 01 é dedicada à produção de diâmetro 99mm, foi criado um entalhe no prato com esse diâmetro, que guiava a embalagem durante a cravação e impedia que a embalagem ficasse ovalizada. Consequentemente, quando a mesma passava para a estação de cravação do topo estava cilíndrica e o topo era bem centrado. Esta alteração foi colocada no início da semana 16 (W16) e conforme se pode comprovar através da Figura 23, o peso da sucata passou de 1,28% para 0,60%, com a implementação desta ação.

Para assegurar que a alteração ao prato estava a ter realmente os resultados pretendidos foi feito um acompanhamento da evolução da quantidade de defeitos provenientes da má

cravação. Assim, na Figura 24 está presente esta evolução, que evidencia, a partir do dia 13 de abril, a tendência de diminuição significativa do problema, cuja média de incidentes por dia reduziu, em média, 55%.

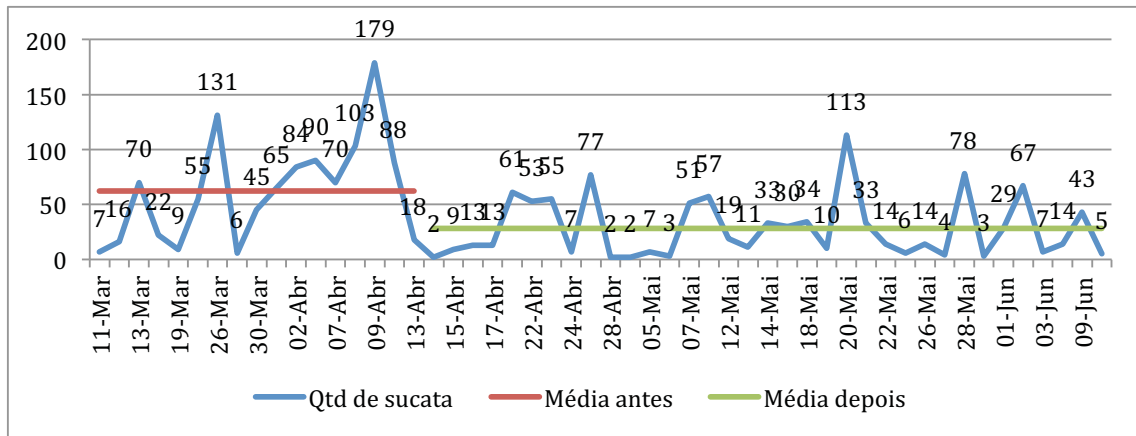


Figura 24 - Evolução da quantidade de sucata por má cravação RG/LD

A implementação do novo prato de cravação para eliminar o problema originou, contudo, a curto prazo, uma nova subida da quantidade de embalagens com o topo mal centrado. Os operadores aperceberam-se que o prato de cravação estava a acumular verniz precisamente no entalhe criado. Quando foi limpo (no dia 24 de abril) o problema deixou de existir, mas a quantidade de verniz que retinha era anormal.

A máquina de cravação de fundos não continha operações com verniz, logo o problema tinha de ser causado por outro processo. Chegou-se à conclusão que o problema poderia ter duas origens: ou os fornos não estavam a curar bem o verniz ou o verniz não estava a ser bem aplicado.

Constatou-se, com uma análise mais aprofundada, que a causa do problema poderia surgir em qualquer uma das opções. Os fornos não estavam a funcionar corretamente, uma vez que foi detetada uma avaria nos controladores e o sistema de verniz, mesmo quando bem afinado, aplicava-o irregularmente. Daqui surgiu a necessidade de uma exploração das duas causas para resolver o problema: no forno, foi necessário substituir os controladores de temperatura; no sistema de aplicação de verniz seria necessária uma outra abordagem.

O sistema de aplicação de verniz utilizava um pincel que realizava uma aplicação não uniforme, com acumulação de verniz nas extremidades da embalagem. O aglomerado de verniz e uma cura insuficiente do mesmo nos fornos provocavam a acumulação de verniz, endurecido, no entalhe do prato de cravação, causando também encraves na própria estação, durante a extração.

Foi proposta a alteração do sistema de aplicação de verniz de pincel por um sistema de aplicação de rolos. Este método de aplicação de verniz era utilizado noutros processos da Empresa e eram conhecidos os benefícios associados. Em primeiro lugar, a aplicação era uniforme, o que aumentava a qualidade do produto, e, em segundo lugar, não originava a acumulação indesejada de verniz, o que iria melhorar a cura do verniz e impedir encraves na estação de cravação da máquina de cravação de fundos bem como a má cravação de topos. Assim, este sistema de aplicação de verniz e a sua implementação foi aceite, após análise de custo/benefício do novo sistema.

Nas Figuras 25 e 26 é visível a diferença entre os dois sistemas.

ANTES



Figura 25 - Sistema de aplicação de verniz de pincel

DEPOIS

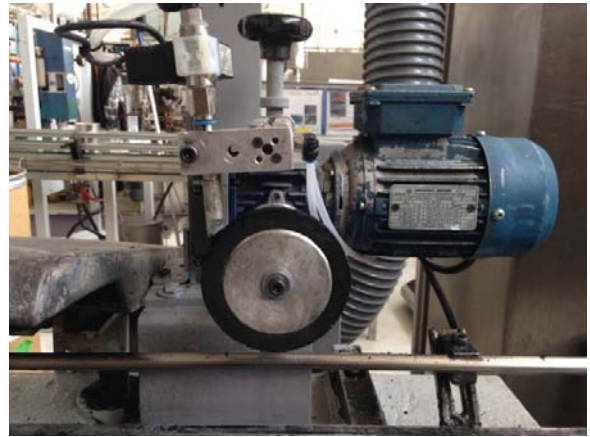


Figura 26 - Sistema de aplicação de verniz de rolo

Este sistema foi implementado a 29 de abril, data a partir da qual a sucata gerada por má cravação voltou a diminuir (Figura 24). No entanto, é também possível observar momentos em que existiram rejeições acima da média. A causa desta subida foi analisada, devido à sua natureza espontânea tendo-se constatado, no dia 20 de maio, na produção de tampos que há formatos e características do produto que causam mais problemas de cravação, conforme vai ser analisado nesta secção.

Transportadores

A solução construtiva da roseta do transportador da linha causava danos nas embalagens por dois motivos: a forma da roseta que amassava as embalagens ao travá-las e também no contacto com elas, bem como o descentramento das embalagens na roseta, que provocava encravamentos.

A primeira proposta consistia na substituição da roseta por um travão pneumático (Figura 27). A proposta foi aceite; no entanto, as dimensões o travão não asseguravam um funcionamento estável da linha.



Figura 27 - Travão pneumático

A sugestão seguinte, para minimizar o problema causado pelos transportadores, foi substituir a roseta por um rolo de esponja (Figura 28). A implementação deste sistema não acarretava grandes alterações na linha e, quando afinado, deveria reduzir a sucata gerada nesta zona.



Figura 28 - Transportador de esponja

Para testar esta solução, no dia 19 de maio, uma das duas rosetas que existem na linha foi substituída, para se avaliar o seu funcionamento. Após algumas semanas de acompanhamento e, apesar dos resultados (Figura 29) não comprovarem totalmente o benefício (em apenas uma das rosetas), os operadores notaram grande evolução na redução dos incidentes, de encravamento e amolgamento das embalagens, nesta zona do transportador. Os dados demonstram que houve, em média, uma redução de um incidente por dia nesta zona (cerca de 4% de redução).

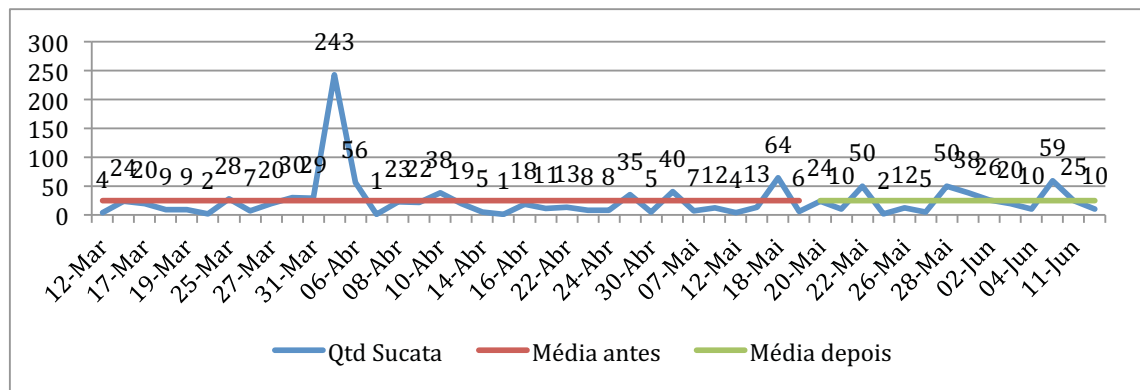


Figura 29 - Evolução dos incidentes causados pelos transportadores

Após validação dos resultados, a outra roseta foi substituída por um rolo de esponja (dia 2 junho), tendo sido confirmada a sustentação da melhoria implementada sendo de notar o imperativo da manutenção e substituição dos rolos sujeito a desgaste, custo compatível com o benefício da solução.

Mais uma vez surgem algumas discrepâncias no gráfico, que são explicadas pelos formatos e/ou componentes produzidos no dia. Constatou-se, no dia 22 de maio, na utilização do formato 99x60, considerado fonte de problemas, uma subida de sucata na linha. O incidente registado dia 28 de maio teve origem na falta de afinação do rolo e aquele que ocorreu no dia 9 de junho foi devido ao desgaste do rolo. A análise dos registos dos incidentes sustentam a importância da uniformização das alturas produzidas na linha para estabilizar os processos.

Por fim, foi sugerida uma última proposta de melhoria no que concerne aos incidentes causados nos transportadores. Estes são ativados por sensores, quando detetam que um certo espaço nas guias está ocupado. Preferencialmente, este sistema de controlo de linha deveria ser feito a partir da contagem do número de embalagens que passa no sensor e não pelo espaço que ocupa. Desta forma, o controlo poderá ser mais rigoroso e levará a menos incidentes nesta zona.

Encravamentos nas estações de cravação de topos e fundos

Este foi um outro problema considerado crítico e que pesava cerca de 5% na quantidade de sucata total registada. Constatou-se que este problema justificava também a maior parte da subida significativa de incidentes por má cravação de RG/LD, o que se pode observar na Figura 24.

Com o acompanhamento atento do funcionamento da máquina, constatou-se que a dificuldade estava na extração da embalagem da estação de cravação e na alimentação de componentes. Estes constrangimentos originavam tanto encravamentos na estação de cravação como falhas durante a cravação.

A solução proposta foi colocar um extrator na estação de cravação de modo a expulsar a embalagem da mesma e evitar que aquela ficasse presa, impedindo assim encravamentos (Figura 30).

Com a finalidade de reduzir falhas causadas pela alimentação de componentes, levando tanto a encravamentos como a cravações ineficientes, foi concretizada uma reparação do alimentador de componentes, que apresentava sérios danos (Figura 31).

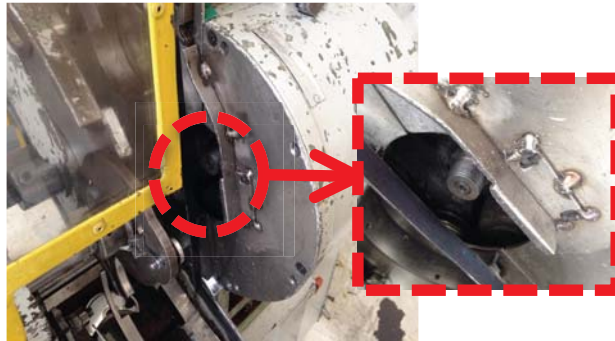


Figura 30 - Extrator da cravadeira de topos



Figura 31 - Alimentador de componentes da cravadeira de topos

Conforme se pode observar na Figura 32, existe uma média de doze embalagens, por dia, que são sucata originada por encravamentos. Com o extrator de argola colocado no dia 5 de junho, não foi possível comprovar a evolução do comportamento e comprovar a eficácia da solução implementada na resolução do problema; no entanto, os operadores confirmaram o bom funcionamento do sistema, sendo possível que o impacto seja notório no curto prazo.

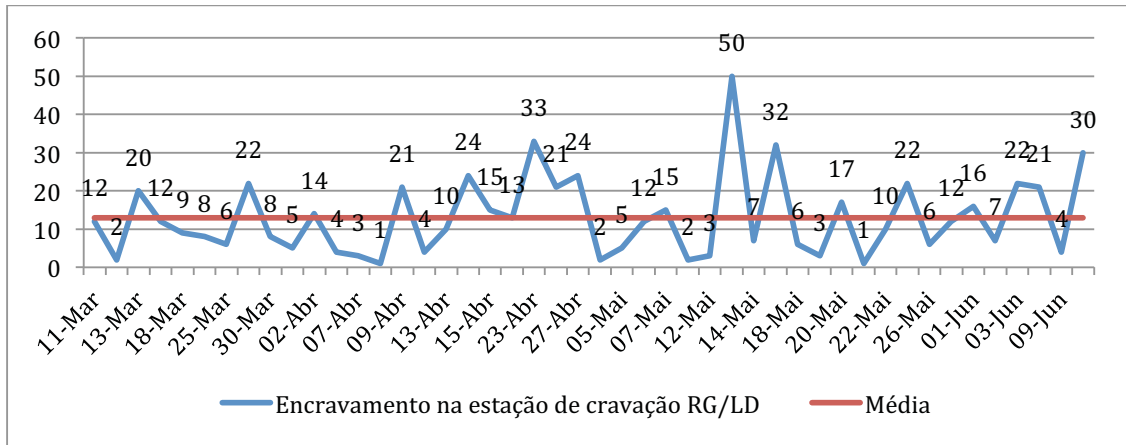


Figura 32 - Evolução da quantidade de encravamentos na estação de cravação RG/LD

Através da análise da Figura 32, pode-se constatar que os incidentes de encravamentos na estação de cravação de topos têm um comportamento muito instável. Esta instabilidade pode ser explicada pelas diferenças de comportamento entre os componentes.

Os topos das embalagens podem ser constituídos por argolas, tampos ou cúpulas. A má cravação parece estar relacionada com a tipologia de topos que é produzida, sendo que tampos e cúpulas agravam os incidentes de má cravação encontrados.

Este estudo demonstra, mais uma vez, que certos componentes causam mais problemas que outros; por exemplo, quando o produto final é constituído por tampos ou cúpulas, isso resulta numa subida da sucata por más cravações e encravamentos na estação de cravação.

Há, portanto, uma crescente preocupação com as diferenças de comportamento encontradas entre componentes e foi referido aos operadores para que estes tivessem mais atenção a afinações e funcionamento das máquinas, nestas situações.

Encravamentos na máquina de soldar

De acordo com os registos efetuados pelos operadores, os problemas críticos na máquina eram:

- Encravamentos no carro (provocados por variação do enrolado);
- Encravamentos na enroladeira;
- Encravamentos no alimentador.

Apesar de conhecidos os problemas, as suas origens eram desconhecidas. Após a realização de uma sessão de *brainstorming* com a equipa de projeto e entre os operadores, não se conseguiu encontrar a uma explicação para os problemas encontrados. Seria importante primeiro eliminar questões inerentes à própria máquina. Por essa razão, foi marcada uma manutenção à máquina de soldar, de forma a eliminar constrangimentos que pudessem existir.

O objetivo desta revisão ao equipamento foi realizar uma manutenção aos diferentes componentes da máquina de soldar de maneira a avaliar o seu estado. Foram encontradas e reparadas diversas folgas e substituídas peças com desgaste excessivo. Paralelamente, os operadores foram alertados para a importância da afinação do enrolado, fator principal na origem da quantidade de sucata gerada.

Com uma média de vinte e oito incidentes por dia, este problema foi sujeito a um acompanhamento diário no sentido de se acompanhar a sua evolução, conforme sugere a

Figura 33. No entanto, a manutenção foi realizada numa fase tardia (5 e 8 de junho), pelo que os resultados não serão visíveis no decorrer do projeto.

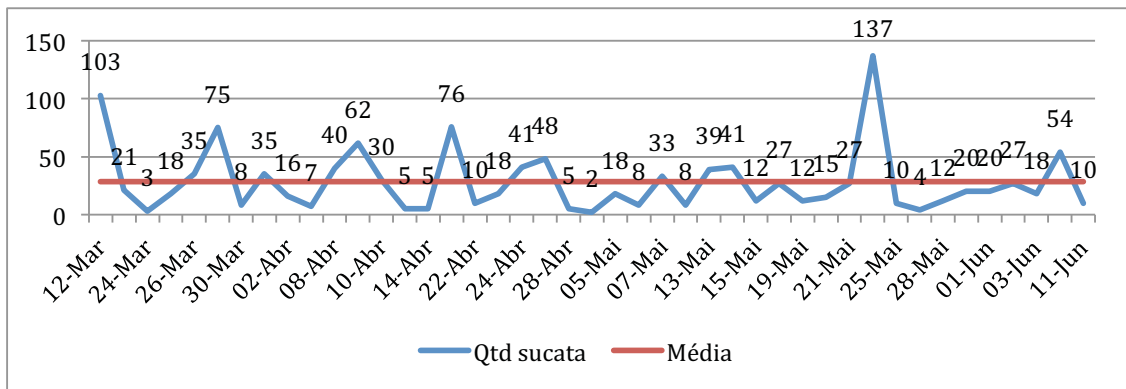


Figura 33 - Acompanhamento de sucata provocada por encravamentos no carro

Este problema parece variar de acordo com o formato a produzir; à semelhança do caso da evolução de má cravações (Figura 32), e como se pode ver através da Figura 33, os dados indiciam que este processo seria mais estável e obteria melhores rendimentos se fosse dedicada à produção de menos produtos diferentes. No dia 22 de maio, quando se efetuou a produção de embalagens com a altura 60mm verificou-se uma enorme subida na quantidade de sucata oriunda da máquina de soldar.

No que diz respeito à quantificação do impacto das soluções implementadas na qualidade do produto final, foram analisados os dados recolhidos referentes ao teste de existência de microfugas na embalagem, cujos resultados vão ser demonstrados na secção “5.1.2 Análise de Fugas”.

5.1.2 Análise de fugas

Foi referido no capítulo quatro (p. 24) que a exigência dos clientes é cada vez maior, facto que obriga a Empresa a redefinir os parâmetros de qualidade.

A primeira ação foi conhecer o estado inicial da máquina de estanquicidade. Foi passada uma embalagem com uma fuga-padrão, com o objetivo de avaliar o nível de deteção da máquina. Uma fuga-padrão consiste em colocar uma fuga controlada numa embalagem que a máquina deve detetar e rejeitar (Figura 34).



Figura 34 - Embalagem com fuga-padrão

Com este ensaio foi possível perceber que três das doze cabeças de teste não foram capazes de detetar as embalagens com fuga. Com os resultados obtidos no teste (Anexo I) foi imperativo efetuar uma manutenção à máquina, para averiguar qual a causa da falta de deteção.

A máquina apresentava algumas irregularidades, desde cabeças não niveladas (Figura 35) a microfugas nos tubos de ligação, que foram então corrigidas.



Figura 35 - Cabeças de teste não niveladas

O passo seguinte, após a revisão da máquina de estanquicidade, foi realizar novamente o teste. Este novo ensaio veio assegurar que o problema anterior se encontrava resolvido, para se iniciar uma análise mais rigorosa.

Constatou-se no segundo ensaio que a fuga estava a ser detetada por todas as cabeças de teste; contudo, os valores de diferença de pressão lidos na máquina estavam baixos. Pretendia-se então aumentar a pressão de teste, de forma a obter padrões de qualidade mais exigentes, com valores de diferença de pressão mais elevados. Quanto maior a diferença de pressão, maior o rigor na deteção de uma microfuga.

No entanto, o aumento de pressão causava deformações não aceitáveis no fundo da embalagem. Em conjunto com o departamento de engenharia, foram criados pratos de suporte para o fundo das embalagens na estação de teste, com o objetivo de as apoiar e não deixar deformar o fundo (Figura 36).



Figura 36 - Suporte de embalagens
máquina de estanquicidade automática

Em primeiro lugar foi feito apenas um suporte com a finalidade de avaliar os resultados obtidos; este foi rapidamente aprovado, com resultados positivos e, por isso, foram colocados suportes nas restantes onze estações de teste. Assim, foi possível aumentar a pressão de teste, assegurando uma maior qualidade do produto final.

Para validar os resultados na qualidade do produto final, foram recolhidos e analisados os resultados do teste de estanquicidade por amostragem. Quando comparados aos dados obtidos no ano 2014 (Tabela 2), parece notória a evolução na qualidade do produto final.

Tabela 2 - Resultados do relatório de análise de fugas na máquina de estanquicidade manual

Ano	Produção Total	Tamanho da amostra	% Amostra/Produção	Não Conformidades (NC)	% NC/Amostra	% NC/Produção
2014	252736	3710	1,47%	71	2,49%	0,05%
2015	276031	3319	1,20%	23	0,69%	0,01%

Com estes resultados é possível constatar um aumento da qualidade do produto final, uma vez que revelam uma diminuição da percentagem de não conformidades encontradas na produção.

Posteriormente, os dados continuaram a ser recolhidos e analisados para garantir a sustentação das melhorias.

5.1.3 Reflexão final

Semana após semana, foi possível observar a evolução do peso da sucata, atuando sempre no sentido de perceber os problemas e desencadear ações de modo a diminuir o impacto que os mesmos têm na sucata. O acompanhamento foi feito, tanto de forma geral como por processo, – Figura 37.

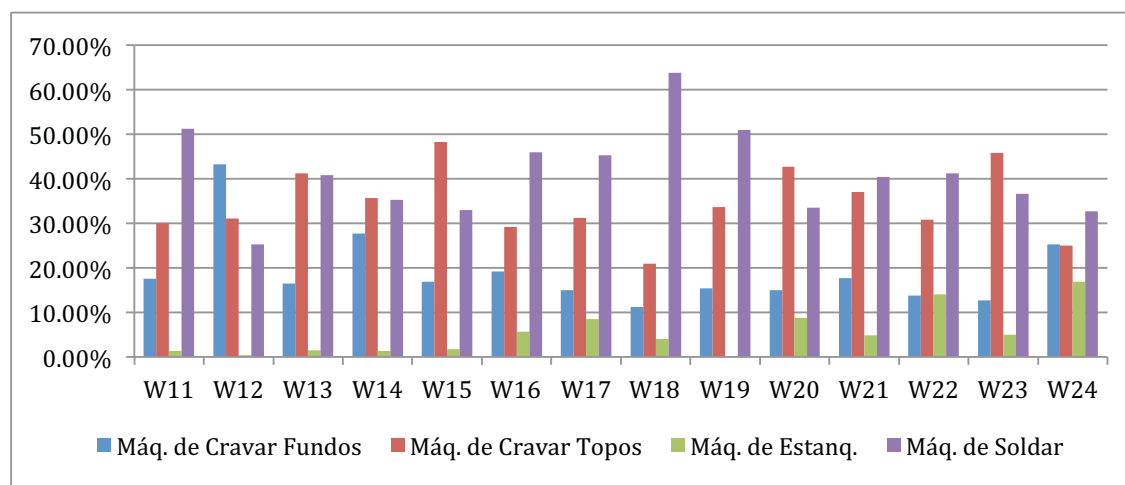


Figura 37 - Evolução do peso da sucata em relação à produção por semana e processo

Com este acompanhamento foi possível avaliar o impacto das melhorias implementadas nos resultados.

Pontualmente, é possível observar nos gráficos apresentados subidas espontâneas de incidentes; contudo, estes podem não indicar necessariamente um problema persistente. Perante esta situação é necessário uma análise a outros fatores, que podem influenciar o peso da sucata na produção.

Existem, por exemplo, espessuras de folha que podem não possibilitar um bom desempenho das máquinas pelas suas características; existem também diferenças de comportamento nos equipamentos, quando as embalagens produzidas são constituídas por argola, tampo ou cúpula. Estes fatores podem provocar uma variação nos incidentes encontrados, sendo esta uma explicação possível para algumas das situações, quando surgem problemas e paragens que não dependem inteiramente das máquinas.

Um outro fator que faz variar a quantidade de sucata produzida é o formato que está a ser fabricado. É do conhecimento de quem acompanha diariamente a produção destas linhas quais são os formatos de embalagens que originam o maior número de incidentes. No entanto, é um conhecimento que advém da experiência e sem dados concretos. Com o sistema de registo de sucata implementado é possível consultar as quantidades de sucata produzidas, por formato, em relação ao peso que os mesmos têm na produção (Figura 38), o que se torna especialmente relevante para o estudo de uniformização de formatos referido no capítulo 4.

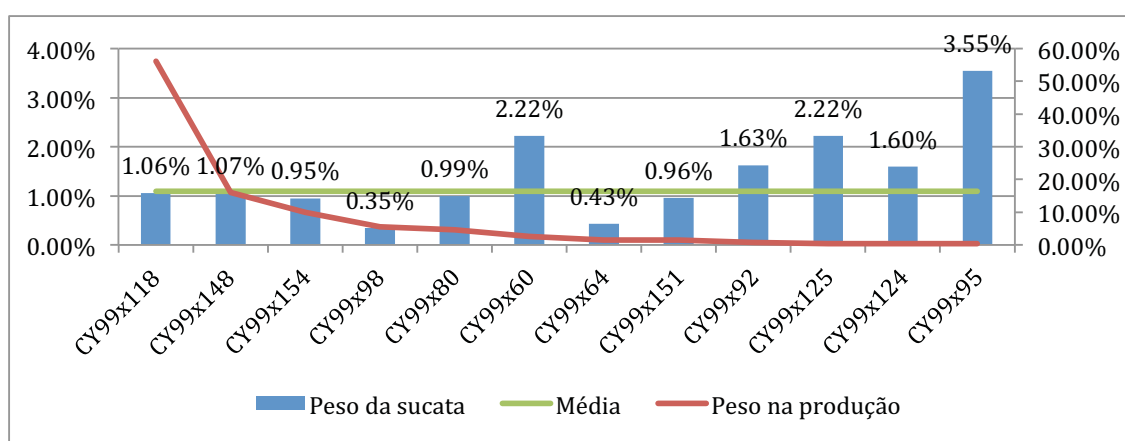


Figura 38 - Peso da sucata em relação à produção por formato

É possível, através da análise do gráfico presente na Figura 38, perceber o aumento do índice de rejeições verificado no dia 22 de maio, cuja produção foi de embalagens de altura 60mm, um formato que sucessivamente se revela mais instável, tendo em conta o seu peso na produção. Devido ao seu comportamento, é um formato que exige uma preocupação acrescida com as afinações.

Considera-se também que o pico de má cravação dos topos (Figura 24 - Evolução da quantidade de sucata por má cravação RG/LD), no dia 20 de maio, possa ser explicado pelo facto de a produção ter sido com tampos e pelo facto de o extrator de argola ainda não estar implementado. Quando as embalagens produzidas são constituídas por este tipo de componentes, existe uma dificuldade acrescida na extração do produto da estação de cravação, surgindo assim a necessidade crescente da presença de um extrator (implementado a 5 de junho).

Tendo em conta os benefícios ganhos com o sistema de recolha de informação sobre a quantidade de sucata produzida, implementado na linha 01, através do qual foi possível conhecer a origem de alguns problemas, foi implementado o mesmo sistema nas linhas 05 e 08. Os resultados desta ferramenta não foram alvo de estudo no presente documento; contudo, a Empresa consegue, através dos dados recolhidos, perceber quais são os principais problemas destas linhas de produção e o impacto de cada um deles, conforme é possível observar nos Anexos J e K.

Com as ações implementadas foi possível atingir e superar o objetivo, inicialmente proposto, de redução de 10% do peso da sucata, em relação aos valores de 2014. Observou-se, no final do projeto, uma redução de 16% do índice de rejeições. No entanto, é importante salientar a relevância do esforço contínuo em analisar as causas dos problemas, para assim elaborar ações corretivas e preventivas.

Recapitulando, no final do projeto, foram aprovadas as seguintes soluções:

- Novo sistema de aplicação verniz;
- Novo prato de cravação;
- Revisão da máquina de soldar e respetivas correções;
- Substituição dos controladores do forno;
- Revisão da máquina de estanquicidade automática e respetivas correções;
- Novos pratos de apoio na máquina de estanquicidade automática;
- Transportadores de esponja;
- Extrator da cravadeira de topos;
- Novo alimentador da cravadeira de topos.

5.2 Redução dos tempos de Setup

Um segundo objetivo do projeto seria a redução dos tempos de *Setup* em pelo menos 10%. Para isso foi utilizada a metodologia SMED, tal como descrito no segundo capítulo.

A primeira etapa consistiu no acompanhamento, filmagem e cronometragem dos tempos de mudança de formato da linha. Esta análise permitiu a classificação das diferentes tarefas (Figura 39). Para além disso, este acompanhamento promoveu a integração do operador no processo e o levantamento das principais dificuldades.

SMED - Troca Rápida de ferramenta									
Folha de Observação: Mudança de Altura			Mudar de: Ø99x118 para: Ø99x148		Linha - Célula: L1 - GL2		Data: 08-04-2015		
					Operador: Hélder		TOTAL: 1:08:03		
#	Operações de mudança de ferramenta	COD.	Operações abreviadas	Duração taref.	Tempo acum.	Classificação			Comentários ao desperdício
	Actividades observadas		Activ. Abrev.	h:m:s	h:m:s	Externa	Interna	Desperdício	
1	Recolher ferramentas necessário para o Setup	11	Pegar ferramenta	0:00:03	0:00:03	x	x		Linha 5
2	Deslocamento para a linha 1	71	Deslocamento	0:00:15	0:00:18	x	x	x	
3	Organizar a ferramenta	111	Organizar ferramenta	0:00:20	0:00:38	x	x		
4	Retirar folha do baliote para Setup do alimentador	14	Pegar material	0:00:14	0:00:52		x		
5	Desapertar apertos rápidos do alimentador	51	Desapertar parafuso/ anilha	0:00:10	0:01:02		x		
6	Desapertar ferramenta do alimentador	31	Retirar ferramentas na máquina	0:00:42	0:01:44		x		
7	Pousar parafusos	22	Pousar parafuso	0:00:03	0:01:47		x		
8	Colocar folha no alimentador e adequar suportes	125	Afinação	0:00:45	0:02:32		x		
9	Explicar-me procedimentos	131	Tarefa não prevista	0:00:48	0:03:20		x	x	
10	Desapertar parafusos dos suportes do alimentador	51	Desapertar parafuso/ anilha	0:01:10	0:04:30		x		
11	Colocar suporte D no sítio correto	125	Afinação	0:01:26	0:05:56		x		
12	Colocar Suporte C no sítio correto	125	Afinação	0:00:07	0:06:03		x		
13	Adequar guias	125	Afinação	0:00:44	0:06:47		x		
14	Apertar Suporte C	63	Apertar ferramenta da máquina	0:00:24	0:07:11		x		
15	Explicar-me procedimentos	131	Tarefa não prevista	0:00:43	0:07:54		x	x	
16	Ajustar Suportes à folha	63	Apertar ferramenta da máquina	0:01:05	0:08:59		x		
17	Desapertar aperto das ventosas	51	Desapertar parafuso/ anilha	0:00:14	0:09:13		x		
18	Ajustar posição das ventosas	125	Afinação	0:00:19	0:09:32		x		
19	Apertar apertos das ventosas	61	Apertar parafuso/ anilha	0:00:12	0:09:44		x		
20	Verificar afinação do alimentador	114	Verificar afinação	0:00:11	0:09:55		x		
21	Apertar e afinar ferramenta do alimentador	61	Apertar parafuso/ anilha	0:01:05	0:11:00		x		
22	Organizar a ferramenta	111	Organizar ferramenta	0:00:07	0:11:07		x		
23	Deslocamento até à frente da máquina de soldar	71	Deslocamento	0:00:29	0:11:36		x	x	
24	Aliviar parafuso do carro	51	Desapertar parafuso/ anilha	0:00:18	0:11:54		x		
25	Estender carro até à sua posição máxima	125	Afinação	0:00:17	0:12:11		x		

Figura 39 - Folha de registo dos tempos de mudança de formato

A partir desta classificação, constataram-se quais as oportunidades de melhoria existentes no processo de mudança de formato. A primeira fase, de acordo com a metodologia SMED, seria então a conversão de operações internas em externas. Recordando a definição dada no capítulo 2, as operações externas representam ações que podem ser realizadas com a linha em funcionamento enquanto que as internas são aquelas que apenas podem ser realizadas com a linha parada.

No caso da linha 01, a operação interna a converter seria apenas a preparação das ferramentas necessárias à mudança antes de a linha parar. Aos mecânicos dos dois turnos foi salientada a

importância da preparação do material necessário antes do fim da produção do lote anterior. As restantes operações de troca de material para a ordem seguinte são realizadas pelos operadores livres.

A fase seguinte consistiu na identificação de melhorias para a redução dos tempos de *Setup*. Foi construída uma tabela com os tempos das observações realizadas (Figura 40) e comparadas com os tempos definidos como normais (tempos teóricos).

Processo	99x92 - 99x98	99x98 - 99x125	99x118 - 99x148	99x118 - 99x154	99x80 - 99x125	99x125 - 99x148	99x118 - 99x98	99x148 - 99x118	99x118 - 99x80	Tempos teóricos
Alimentador	0:04:35	0:10:27	0:08:37	0:11:59	0:20:00	0:20:00	0:45:00	0:14:34	0:10:00	15/20 min
Máq. Soldar	0:25:53	0:37:59	0:10:03	0:16:37	0:30:00	0:10:00		0:16:00	1:05:00	
Símbolo Tátil	-	0:20:37	0:13:31	0:22:36	0:20:00	-	-	0:19:07	0:20:59	20 min
Cravadeira BT	0:09:23	0:14:02	0:06:18	0:07:03	0:20:00	0:15:00	0:15:00	0:09:00	0:04:07	5 min
Cravadeira TP	0:09:59	0:06:57	0:05:07	0:11:57	0:20:00	0:15:00	0:10:00	0:04:00	0:08:23	5 min
Máq. Estanquicidade Aut.	0:03:28	0:01:40	0:01:29	0:01:58	0:02:00	0:02:00	0:05:00	0:02:00	0:02:00	2/3 min
Máq. Estanquicidade Man	0:01:40	0:03:28	0:01:54	0:02:26	0:03:00	0:03:00	0:05:00	-	-	2/3 min
TOTAL	0:54:58	1:35:10	0:46:59	1:14:36	1:55:00	1:05:00	1:20:00	1:04:41	1:50:29	0:49:00/0:56:00

Figura 40 - Tempos de mudança por processo

Com este estudo constata-se que há uma oportunidade de melhoria na afinação da máquina de soldar. Considera-se, portanto, como prioridade, a normalização dos parâmetros, tanto do alimentador como dos parâmetros de soldadura. Ao ser eliminado retrabalho, devido a tentativa e erro, pela criação de valores de referência, as afinações tornam-se mais rápidas.

Contudo, a mudança do símbolo tátil, apesar de se encontrar dentro do tempo padrão, é uma atividade muito demorada e de extrema dificuldade, pela sua configuração. O símbolo tátil, conforme se pode observar na Figura 41 é um pequeno detalhe na embalagem usado com a finalidade de ser detetado pelos invisuais.



Figura 41 - Símbolo tátil numa embalagem

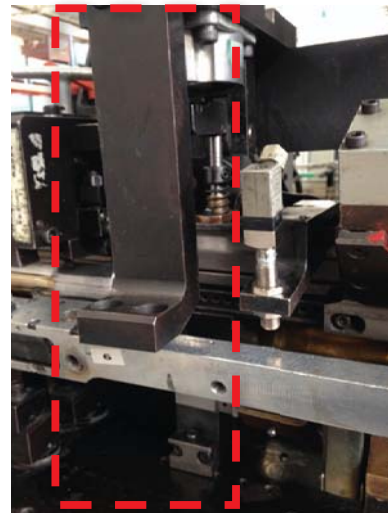


Figura 42 - Equipamento de marcação do símbolo tátil

Por essa razão, as filmagens das mudanças do símbolo tátil foram partilhadas nas reuniões de projeto semanais, de modo a encontrar formas de melhorar este processo.

Deste estudo foram delineadas duas ações: foram definidas alterações ao equipamento, isto é, conversão num sistema de mudança mais rápido e mais simples. Este consistia num rasgo no suporte da ferramenta (Figura 42) para permitir que esta deslizasse sem ser preciso desapertá-la. A segunda ação consistiu na encomenda de uma ferramenta que combatia a dificuldade de

acesso aos parafusos (Figura 43). O facto de ser comprida (0.5m) e flexível permitirá um acesso mais fácil e, possivelmente, uma afinação mais rápida. Acredita-se que estas alterações tornem possível uma redução de 50% na afinação do símbolo tátil.

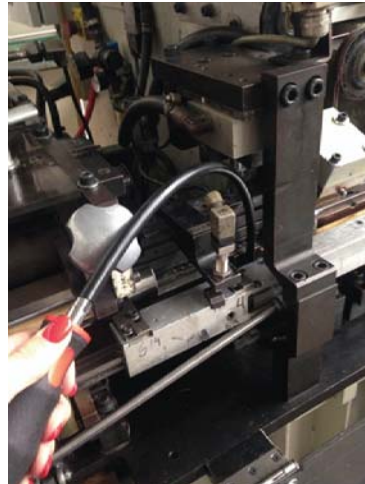


Figura 43 - Ferramenta para melhor afinação do símbolo tátil

Para as cravadeiras também se definiram propostas de melhoria, com a finalidade de reduzir os tempos de mudança de altura das mesmas. Apesar de ser considerado um processo mais simples do que a máquina de soldar, existem tempos considerados desperdício, como o retrabalho na afinação dos parâmetros de cravação.

Com o objetivo de eliminar este desperdício na afinação das cravadeiras, foi colocada uma régua, para uma afinação mais rápida, pela marcação de valores de referência (Figura 44).



Figura 44 - Régua de marcação das diferentes alturas nas cravadeiras

A régua foi colocada nas máquinas para se obter uma marcação provisória de todas alturas, conforme estas são produzidas. Quando esta fase estiver concluída, a régua deverá ser marcada definitivamente.

Por fim, foram elaboradas outras propostas para redução do tempo de mudança que, apesar de terem sido aceites, não houve tempo para implementar. A primeira consistiria na alteração do sistema de afinação das guias de transporte. Para esta afinação é necessário um ajuste em quatro pontos (Figura 45); a proposta de melhoria passa por criar um sistema de ajuste simultâneo, através de uma manivela. Com este sistema, o ajuste das guias seria feito apenas num ponto e, consequentemente, de forma mais rápida.



Figura 45 - Sistema de ajuste das guias de transporte

A segunda proposta consistiria na mudança das cravadeiras, efetuada por um operador enquanto o mecânico mudava as restantes máquinas. Neste caso, a redução do tempo de *Setup* iria ser superior a 10%.

No entanto, há uma grande dificuldade em reduzir o tempo de mudança de formato proveniente da alocação de recursos às linhas. Por turno, há apenas um mecânico para as 3 linhas e, por norma, duas equipas em simultâneo. A distribuição das equipas pelas linhas é feita conforme as necessidades. Por exemplo, quando há uma mudança de formato na linha 01, a equipa que estava a trabalhar na mesma desloca-se e inicia o trabalho na linha 05 ou 08, voltando quando o trabalho está concluído.

Esta situação cria dificuldades a dois níveis: primeiro, nem sempre é possível ter um operador disponível para afinação das cravadeiras. Em segundo lugar, a mudança é muitas vezes interrompida para resolver problemas das outras linhas. Esta última questão aumenta os tempos de mudança que são registados e dificulta a redução do tempo de mudança através das melhorias propostas/implementadas, pelo seu carácter instável.

Atualizaram-se os parâmetros de soldadura e a criaram-se instruções para uma mudança *standard* das cravadeiras, bem como sensibilização dos operadores para a importância das tarefas externas ao *Setup*.

5.3 Parametrização de processos

Para diminuir a variabilidade dos processos considera-se relevante a normalização de parâmetros e tarefas. Foi importante um acompanhamento dos diferentes processos para perceber as melhores práticas, bem como a criação de valores de referência e instruções *standard* de trabalho, para afinações mais rápidas. Estes documentos foram elaborados e colocados junto do local de uso, para facilitar e melhorar o trabalho, evitando o desperdício.

Foram atualizados os parâmetros de soldadura para a máquina de soldar, que foram colocados junto da mesma (Figura 46), assim como as configurações do alimentador para as diferentes alturas (Anexos G e H). Foi também revista a instrução de trabalho de mudança de formato da máquina, tendo sido considerada adequada e sem necessidade de atualização.



Figura 46 - Folha de parâmetros de soldadura

Para além dos aspetos referidos, verificou-se que as cravadeiras não possuíam uma instrução de trabalho normalizado, nem posições de cravação de referência. Assim, foi criada uma instrução de trabalho de mudança de altura para as cravadeiras com a colaboração dos operadores (Anexo E), bem como, conforme mencionado na secção anterior (p. 42), a colocação de réguas para facilitar e normalizar a altura de cravação.

Foram também criadas ajudas visuais, para facilitar o manuseamento das máquinas, como é exemplo a marcação das diferentes partes e forma de manuseamento da máquina de estanquicidade manual - Figura 47.



Figura 47 - Implementação de gestão visual na máquina de estanquicidade manual

Por fim, foi criada uma *checklist* intitulada “Defeitoteca” (Anexo F) que visa auxiliar o operador na resolução de um problema. Esta consiste numa enumeração dos diferentes problemas comuns dos diferentes processos e respetivas ações possíveis para solucioná-los. Esta lista vem no sentido de aumentar a polivalência dos operadores, que se tornam autónomos na resolução de problemas, não necessitando assim de recorrer ao mecânico, que fica livre para resolver problemas mais técnicos e de dificuldade acrescida. Uma vez que as linhas 05 e 08 são muito semelhantes nos processos produtivos, a *checklist* foi colocada por processo e em todas as linhas, com o objetivo de facilitar a consulta.

No diz que respeito aos processos das linhas 05 e 08, no decorrer do projeto, não foi realizado um acompanhamento pormenorizado dos processos; no entanto, foram detetadas e corrigidas lacunas em algumas instruções de trabalho e fichas de processo, que não incluíam todos os formatos produzidos. Foram também colocados em locais mais adequados, para facilitar a consulta.

A segurança dos operadores é considerada crucial para o seu bom desempenho. Assim, foi revista a segurança das máquinas e criados sistemas para as máquinas que não possuíam a segurança em funcionamento, como é exemplo a cravadeira de fundos (Figura 48).



Figura 48 - Seguranças da cravadeira de fundos

Após a normalização das operações, através da criação de instruções de trabalho e de valores de parametrização de referência, e de promover boas condições de trabalho para os operadores, considera-se importante a consciencialização dos mesmos para o impacto de afinações corretas sem necessidade de retrabalho. Estas contribuem em larga escala para o aumento de sucata e tempos de paragem e, conseqüentemente, para a diminuição do OEE.

Concluindo, e tendo em conta os dados obtidos nos sistemas de recolha, a uniformização da linha, de forma a torná-la mais dedicada à produção de menos formatos, parece ser crucial para a estabilização dos processos. Quando concluída a renegociação com clientes irão ser produzidos quatro alturas: 99x68, 99x90, 99x118 e 99x148. Acredita-se que este será o caminho certo para a estabilização dos processos, que culminará na redução do índice de rejeições e dos tempos de *Setup*, uma vez que os operadores se tornam mais experientes na afinação destes formatos.

5.4 Implementação de 5'S

Com o acompanhamento do funcionamento da linha, foi notória uma necessidade de implementação de 5'S. Esta metodologia é simples, mas de extrema importância, pelo seu impacto no aspeto das condições de trabalho.

Conjuntamente com o departamento de melhoria contínua, foi organizado um *workshop* em 5'S com o objetivo de formar os operadores. Após a formação, todos os participantes aplicaram esta metodologia.

Após o *workshop*, os participantes foram divididos em equipas mais pequenas, para melhor distribuição do trabalho. O objetivo de unir as pessoas e enraizar a disciplina no que concerne à implementação desta metodologia foi atingido, uma vez que todos estavam preparados e motivados para melhorar o espaço de trabalho.

- **Seiri – “Separar”**

Para esta etapa foram criadas três caixas marcadas com “Uso sempre”, “Nunca Uso” e “Uso às vezes”, conforme ilustra a Figura 49. Com este método pretendeu-se envolver os operadores na identificação do material que deveria estar na linha e aquele que prejudicava o

bom funcionamento da mesma. Assim, foi decidido manter nas linhas apenas o estritamente necessário, incutindo nos operadores a importância desta etapa processual.



Figura 49 - Exemplo de *Seiri*

- ***Seiton* – “Localizar”**

Após a eliminação do material desnecessário para a produção, a organização do espaço de trabalho tornou-se mais simples. Na Figura 50 pode ver-se um exemplo de *Seiton*, onde a localização dos caixotes de sucata foi marcada. O objetivo desta etapa foi, depois de separar aquilo que era importante manter na linha, arrumar e sinalizar o seu local, para facilitar essa mesma arrumação.



Figura 50 - Exemplo de *Seiton*

- ***Seiso* – “Limpar”**

Esta etapa foi constituída por uma limpeza profunda das linhas, assim como a pintura de certas máquinas (Figura 51). Com esta etapa, foi criada uma base para os operadores manterem, com limpeza periódica e metódica. Assim, estes aperceberam-se de como o local poderia estar limpo e constataram que é possível manter aqueles níveis de arrumação e limpeza; posteriormente, os operadores revelaram motivação intrínseca para manter o espaço limpo e arrumado.



Figura 51 - Exemplo de *Seiso*

- ***Seiketsu e Shitsuke* – “Normalizar” e “Manter”**

Estas últimas duas etapas garantem que os níveis alcançados nas etapas anteriores são mantidos ou até melhorados. Estas são as duas etapas mais importantes e mais difíceis de alcançar, uma vez que requerem muita disciplina por parte dos operadores, para normalizar as tarefas e manter o espaço de trabalho organizado.

Os benefícios de aplicação desta metodologia foram constatados por todos os envolvidos no processo. No entanto, foi necessário reforçar a dificuldade em atingir as últimas duas etapas: Manter e Normalizar. A importância da organização do posto de trabalho, o uso dos procedimentos e *checklist* de limpeza e organização, evitar sujar, garantir a localização e identificação de todo o equipamento e material em linha, foi a mudança de atitude que se quis promover junto dos operadores. Contudo, todos se aperceberam da dificuldade e do esforço inerentes a estas fases.

5.5 Análise do OEE

No final do projeto, e conforme se pode observar na Figura 52, o OEE baixou em relação ao ano anterior.

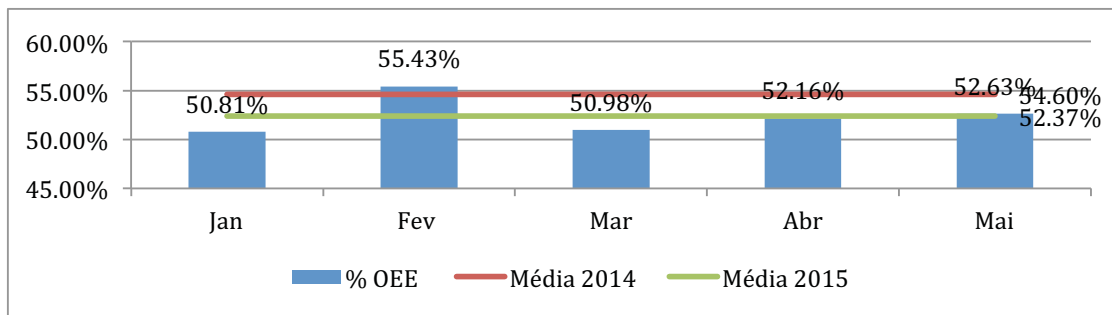


Figura 52 - OEE no ano 2015

No sentido de perceber a razão desta descida, observou-se a cadência real da linha que deve trabalhar a 65 unidades por minuto. Analisando a produção de duas semanas, comprovou-se que a cadência estava dentro do esperado. No entanto, estes dados são resultantes de registos de tempos de produção e de paragem efetuados pelos operadores nos mapas de produção.

Era então necessário perceber a fiabilidade dos dados registados nos mapas de produção. Para isso, acompanhou-se a produção, com a finalidade de cronometrar as microparagens, para uma posterior comparação com os dados registados pelos operadores. Chegou-se à conclusão que não existia um grande desvio face aos registos dos operadores, o que significa que a descida verificada no OEE resulta de um outro fator.

Como se conseguiu reduzir o índice de rejeições em 16%, a descida no OEE não seria expectável. No entanto, uma análise mais aprofundada revelou que apesar de não existir uma relação direta entre o OEE e a quantidade de embalagens produzida por ordem, nem entre o número de ordens, houve um aumento, em média, de 6 ordens de fabrico produzidas por mês em relação a 2014 (Tabela 3).

Tabela 3 - Quantidade de ordens e valores de OEE por mês nos anos 2014 e 2015

Ano	Mês	Nº Ordens	Nº Ordens Média	OEE
2014	JAN	52	62.2	60.44%
	FEV	65		52.43%
	MAR	71		53.58%
	ABR	63		57.80%
	MAI	60		52.82%
2015	JAN	68	68.2	50.81%
	FEV	67		55.43%
	MAR	65		50.98%
	ABR	64		52.16%
	MAI	77		52.63%

Considerando que existe uma paragem média de 15 minutos entre ordens de fabrico, tal significa que existem mais 1.5 horas por mês gastas nesta operação, em relação ao ano 2014. Tendo em conta um valor de performance de 97.12% (média de 2015) este valor significa uma descida de 1.46% no OEE.

Analisando e comparando os tempos planeados de produção e os tempos de paragem de 2014 e 2015 até ao momento, verificou-se que houve um aumento em 21% do tempo planeado de produção em relação ao ano transato, mas também um aumento em 25% no tempo de paragem – Tabela 4.

Tabela 4 - Tempos de paragem e produção nos anos 2014 e 2015

Ano	Tempo Planeado Produção	Tempo de Paragem
2014	620.78	268.25
2015	789.50	359.52
% Aumento	21%	25%

Importa conhecer as causas do aumento desproporcional dos tempos de paragem em relação ao tempo planeado de produção. Sabe-se que o aumento do volume de produção foi um fator chave para a instabilidade desta linha. A formação dos operadores assume grande importância no impacto dos tempos de paragem. A equipa que opera na linha é ainda pouco experiente, e juntamente com a preocupação com os níveis de sucata produzidos, há um aumento do tempo gasto a corrigir os problemas. A produção não pode avançar enquanto um certo problema, como por exemplo, embalagens com microfuga, persistir. O aumento da qualidade do produto final e do volume de produção sacrificou o OEE em 2%; no entanto, acredita-se que o caminho certo será evitar erros, de forma a não sacrificar a qualidade do produto final, conforme se tem vindo a verificar nas últimas semanas, em conjunto com uma busca contínua pela melhoria dos processos.

5.6 Impacto dos resultados

No que diz respeito ao nível de rejeições sistematizam-se os resultados da implementação das soluções, bem como o impacto na redução do índice e consequente aumento da robustez dos processos:

- Para guiar as embalagens e diminuir os incidentes causados pela má cravação de topos foi criado um entalhe de diâmetro 99mm no prato de cravação. Esta alteração,

juntamente com a substituição do sistema de aplicação de verniz, traduziram-se numa descida, em média, de 55% no aparecimento deste problema;

- Para atenuar os defeitos causados pelos transportadores, as rosetas (Figura 18) foram substituídas por rolos de esponja, tendo sido alcançada uma redução média de 4%;
- Os encravamentos na estação de cravação de fundos foram diminuídos aquando da implementação do novo prato de cravação. Já os encravamentos na estação dos topos exigiram a implementação de um extrator de embalagens e um novo alimentador de componentes, com o objetivo de diminuir os incidentes causados. O impacto dos resultados, devido a constrangimentos de tempo, não pode ser comprovado no decorrer do projeto;
- Para descobrir a causa dos encravamentos na máquina de soldar foi realizada uma manutenção aos equipamentos, de modo a corrigir folgas e a substituir peças partidas ou com desgaste excessivo. Os resultados desta revisão na redução do problema não puderam ser validados, uma vez que foi uma ação realizada numa fase final do projeto.

No âmbito da redução dos tempos de *Setup* foram sugeridas as seguintes propostas de melhoria que, apesar de não terem sido implementadas na sua totalidade, por constrangimentos de tempo, poderão, quando concretizadas, contribuir para a obtenção dos resultados pretendidos:

- Alertar os mecânicos para a importância da preparação das ferramentas necessárias ao *Setup* antes do final da produção do lote anterior, sempre que tal seja possível;
- Normalização do trabalho, através da parametrização dos processos e criação de instruções de trabalho, reduzindo a variabilidade e aumentando a polivalência dos operadores;
- Alterações à máquina de marcação do símbolo tátil;
- Encomenda de uma ferramenta, de modo a facilitar a mudança do símbolo tátil;
- Alterações ao ajuste das guias de transporte, para que o mesmo seja feito apenas num ponto;
- Sempre que possível, alocar um operador à realização do *Setup* das cravadeiras, enquanto o mecânico muda as restantes.

Procurou-se também motivar as equipas, criando um espaço de partilha de oportunidades de melhoria, unindo-as num objetivo comum de aumento da robustez dos processos.

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O projeto demonstrou a aplicação de métodos e ferramentas *Lean Manufacturing* a uma linha de produção piloto, com o objetivo de reduzir o índice de rejeições, aumentar a qualidade do produto final e reduzir os tempos de *Setup*. Paralelamente, era também pretendida a implementação de *Standard Work*, aumentar a polivalência dos operadores e aplicação da metodologia 5'S, garantindo assim processos mais estáveis e um melhor ambiente de trabalho.

A primeira fase compreendeu um estudo relativo ao estado de arte, ou seja, às melhores práticas existentes no mercado. Esta pesquisa foi fundamental para selecionar os métodos e ferramentas a utilizar no projeto.

Após esta fase foi imperativo realizar um estudo pormenorizado do funcionamento da linha, com o objetivo de recolher toda a informação disponível, bem como a experiência dos diferentes operadores, percebendo assim quais os constrangimentos existentes.

Foi definida uma equipa de projeto pluridisciplinar, com o objetivo de analisar a causa dos problemas encontrados e delinear ações para prevenção/correção dos mesmos. Após a implementação, foi realizado um acompanhamento da melhoria, com a finalidade de avaliar o seu impacto nos resultados. No entanto, não houve tempo para a implementação de todas as ações propostas, no decorrer do projeto.

Em relação ao índice de rejeições, depois de todas as ações definidas e implementadas, foi conseguida uma redução de 16% comparativamente à *baseline* criada a partir dos dados de 2014, ultrapassando o objetivo proposto de redução de 10%. Todavia, importa referir o impacto que o acompanhamento dos resultados tem na sustentação das melhorias implementadas.

Relativamente à redução dos tempos de *Setup* foram definidas propostas de melhoria, para alcançar uma diminuição dos tempos de mudança, em pelo menos 10%, face ao estado inicial. Durante o decorrer do projeto apenas três das seis propostas sugeridas puderam ser implementadas, por constrangimentos de tempo; não obstante, acredita-se que serão concretizadas em tempo oportuno.

Paralelamente, decorreu um evento de aplicação de 5'S em todas as linhas, que contribuiu tanto para a melhoria das condições de trabalho como para a otimização de procedimentos.

Foram criados SOP e atualização de *standards* para uniformizar os processos e para evitar/eliminar o erro. Houve também um enfoque na formação dos operadores, através da criação de uma *checklist* de problemas e possíveis soluções.

No final, através das ações implementadas, foi conseguido um aumento da qualidade do produto final, por se ter obtido resultados que apresentam uma probabilidade de 0.01% de existência de fuga nas embalagens.

Será importante salientar que as soluções implementadas não teriam sido possíveis sem a dedicação, esforço e comprometimento de toda a equipa de projeto, operadores e todos os envolvidos no projeto.

Relativamente a perspetivas de trabalho futuro, o fundamental seria o acompanhamento das melhorias implementadas, assim como a concretização daquelas que ainda não foram realizadas.

A análise dos resultados obtidos relativos às linhas 05 e 08 revelam potenciais oportunidades de melhoria. Sugere-se, assim, analisar as causas raiz dos problemas e desenvolver ações no sentido de as corrigir/eliminar. Seria também benéfica a aplicação da metodologia SMED nas restantes linhas, assim como a análise de estanquicidade do produto final.

Acredita-se que a preocupação com o processo de renegociação com os clientes, com a finalidade de conseguir uma uniformização da produção com apenas quatro formatos, seja crucial para um aumento da estabilização dos processos.

Um ambiente propício à partilha de ideias e de constrangimentos, onde uma equipa se sinta motivada para procurar oportunidades de melhoria, será essencial para a evolução dos processos. Considera-se também importante a definição de planos de ação claros, com objetivos alcançáveis, para que os resultados pretendidos possam ser atingidos.

Referências

- Borris, Steven. 2006. *Total Productive Maintenance: Proven Strategies and techniques to keep equipment running at peak efficiency*. McGraw Hill
- Coimbra, Euclides. 2009. *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains* Kaizen Institute
- Creech, Bill. 1994. *The Five Pillars of TQM: How to Make Total Quality Management Work for You*.
- Crosby, Philip B. 1979. *Quality is Free: The Art of Making Quality Certain* McGraw-Hill.
- Drew, John, Blair McCallum e Stefan Roggenhofer. 2004. *Journey to Lean - Making Operational Change Stick*. Palgrave Macmillan
- Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen: a Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. McGraw Hill
- Liker, Jeffrey K. 2004. *The Toyota Way*. McGraw-Hill.
- Melton, T. 2005. "The Benefits of Lean Manufacturing".
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Pinto, João Paulo. 2014. *Pensamento Lean* Lidel - Edições Técnicas Lda.
- Shingo, Shigeo. 1986. *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poke-Yoke System*. Productivity Press.

Anexo A: Distribuição geográfica da Colep



Anexo B: Resultado da recolha de dados de sucata de 11 de abril a 10 de março

Defeitos / Máquina	Quantidade	Peso Sucata
Máquina de Cravar Fundos	775	21,85%
Ajustes cravação BT	11	
Encravamento na estação de cravação BT	191	
Encravamento saída da cravadeira BT	35	
Encravamentos por falta de componentes BT	1	
Outros encravamentos BT	49	
Afinação parâmetros de cravação BT	15	
Transportadores	400	
Latas riscadas /danificadas BT	4	
Má Cravação - BT mal centrado	41	
Fugas BT	24	
Setup	4	
Máquina de Cravar Topos	1416	39,92%
Afinação parâmetros de cravação RG/LD	5	
Ajustes cravação RG/LD	6	
Encravamento na estação de cravação RG/LD	151	
Encravamento saída da cravadeira RG/LD	4	
Outros encravamentos RG/LD	28	
Transportadores	149	
Latas riscadas /danificadas RG/LD	33	
Má Cravação - RG/LD mal centrado	1040	
Máquina de Estanquicidade	52	1,47%
Ajustes / Afinações	4	
Encravamentos	6	
Fundo de linha - Amassadas	42	
Máquina de Soldar	1304	36,76%
Afinação enrolado	170	
Ajuste corrente	42	
Ajuste velocidade	27	
Problemas Fio de Cobre	56	
Afinação posicionamento bossa	7	
Afinação posicionamento símbolo tátil	1	
Ajuste ferramenta de calibração	7	
Encravamento alimentador	137	
Encravamento enroladeira	61	
Encravamentos no carro	453	
Latas riscadas	15	
Teste de Arranque	34	
Danificados no final de linha	31	
Encravamento verniz int./ext.	81	
Desalinhamento lata - Pontas desajustadas	53	
Ajuste aplicação verniz int. /ext.	11	
Mal Soldada	63	
Fugas Soldadura	12	
Setup	41	
Encravamento por variação do enrolado	2	
Total	3547	

Anexo C: Folhas de registo de sucata por máquina

Máquina de Cravar Topos | Linha 1

DIA: ____/____/____ TURNO: ____	Ordem de Fabrico / Formato							
Causa do Defeito								
Afinação parâmetros de cravação RG/LD								
Ajustes cravação RG/LD								
Encravamento na estação de cravação RG/LD								
Encravamento saída da cravadeira RG/LD								
Encravamentos por falta de componentes RG/LD								
Outros encravamentos RG/LD								
Latas riscadas /danificadas RG/LD								
Transportadores								
Setup								

Máquina de Cravar Fundos | Linha 1

DIA: ____/____/____ TURNO: ____	Ordem de Fabrico/Formato							
Causa do Defeito								
Afinação parâmetros de cravação BT								
Ajustes cravação BT								
Encravamento na estação de cravação BT								
Encravamento saída da cravadeira BT								
Encravamentos por falta de componentes BT								
Outros encravamentos BT								
Latas riscadas /danificadas BT								
Transportadores								
Setup								

Máquina de Soldar | Linha 1

DIA: ____/____/____ TURNO: ____	Ordem de Fabrico / Formato							
Causa do Defeito								
Afinação enrolado								
Encravamento por variação do enrolado								
Afinação posicionamento bossa								
Afinação posicionamento símbolo tátil								
Ajuste corrente								
Ajuste velocidade								
Problemas Fio de Cobre								
Ajuste ferramenta de calibração								
Ajuste aplicação verniz int. /ext.								
Ajuste temperatura forno								
Desalinhamento lata - Pontas desajustada								
Encravamento alimentador								
Encravamento enroladeira								
Encravamento verniz int./ext.								
Encravamento no carro								
Latas riscadas								
Refrigeração fornos								
Refrigeração máquina soldar								
Danificados no final de linha								
Teste de arranque								
Setup								

Anexo D: *UserForm* em *Microsoft Excel* para registo de sucata

Registo Sucata

Resumo Novo Registo Consultar Dados

Resumo L1

Resumo L5

Resumo L8

[Adicionar nova causa de defeitos](#)

[Adicionar novos formatos](#)

Registo Sucata

Resumo Novo Registo Consultar Dados

Resumo L1

Resumo L5

UserForm1

Máquina de Soldar Máquina de Cravar Fundos Máquina de Cravar Topos Máquina de Estanquicidade

Dia (dd-mm-aaaa)

Linha

Ordem de Fabrico

Formato

Turno

Causa de Defeito

Quantidade

Adicionar

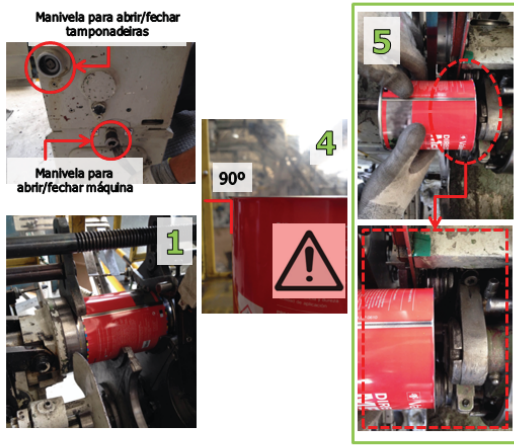
Fechar Limpar Limpar tudo

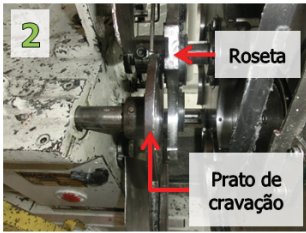
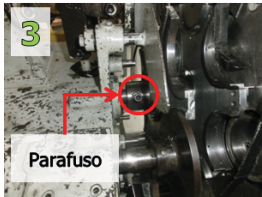
Anexo E: Instrução de trabalho de mudança de formato das cravadeiras

colep		Instrução de Setup		021.I552.1																					
Parametrização das Cravadeiras																									
		Histórico de Edições <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº Edição</th> <th>Data</th> <th>Descrição da Alteração</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>13-05-2015</td> <td>Edição Inicial</td> </tr> </tbody> </table>				Nº Edição	Data	Descrição da Alteração	1	13-05-2015	Edição Inicial														
		Nº Edição	Data	Descrição da Alteração																					
		1	13-05-2015	Edição Inicial																					
		Estrutura do Documento <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº Operação</th> <th>Páginas</th> <th>Título</th> <th>Responsabilidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>Ajustar altura - Abrir/Fechar Cravadeiras</td> <td>Operador</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>Mudar Placa de Cravação</td> <td>Operador</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td>Ajustar Bateria/Cravação</td> <td>Operador</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>Ajustar Pivote</td> <td>Operador</td> </tr> </tbody> </table>				Nº Operação	Páginas	Título	Responsabilidade	1		Ajustar altura - Abrir/Fechar Cravadeiras	Operador	2		Mudar Placa de Cravação	Operador	3		Ajustar Bateria/Cravação	Operador	4		Ajustar Pivote	Operador
		Nº Operação	Páginas	Título	Responsabilidade																				
1		Ajustar altura - Abrir/Fechar Cravadeiras	Operador																						
2		Mudar Placa de Cravação	Operador																						
3		Ajustar Bateria/Cravação	Operador																						
4		Ajustar Pivote	Operador																						
Anexos 																									
Ordem de execução/feitura deste documento <p>Realizar as operações conforme necessário.</p>																									
A alteração deste afecta os seguintes documentos <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Nome</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Código	Nome																				
Código	Nome																								
Este documento faz referência aos seguintes documentos <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Nome</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Código	Nome																				
Código	Nome																								
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Data: 13-05-2015 Process Engineer Trainee		Aprovado por: Pedro Melo Data: 19-06-2015 Production Manager		Âmbito de Aplicação: Linha 01 - Célula GL2																					





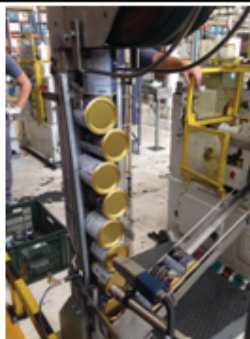

colep		Instrução de Setup		021.I552.1																					
Parametrização das Cravadeiras																									
Operação nº 01		Ajustar altura - Abrir/Fechar Cravadeiras		Responsável de execução: Operador	Tempo:																				
Fotos / Figuras / Esquemas		Descrição																							
		<table border="1"> <tbody> <tr> <td colspan="2"> Ferramentas necessárias: Chave de boca 10, 15 e 17; Umrato 5 e 8; Martelo; Pivote de anilha. </td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Ajustar guias de transporte de acordo com a altura que se pretende produzir;</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Aliviar parafuso de orelhas da guia de entrada da máquina;</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Aliviar parafusos que fixam a máquina com chave de boca 10;</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Aliviar parafuso de orelhas e rodar manípulo do veio para a altura máxima;</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Desapertar parafuso da roseta de acompanhamento com umbrato 8 e chave 10 (fundo) ou umbrato 5 e chave 17 (ângulo) e apertar a da principal;</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Fixar quadra para abrefechar a cravadeira de acordo com a altura que se pretende, movimentando-a até à posição pretendida na régua (RL);</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Conforme necessário, realizar as operações 2 (Mudar placa de cravação) 3 (Ajustar Bateria/Cravação) e 4 (Ajustar Pivote);</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Apertar parafusos que fixam a máquina com chave de boca 10 (face 2);</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Fixar manípulo do veio e apertar o parafuso de orelhas (face 4);</td> </tr> </tbody> </table>				Ferramentas necessárias: Chave de boca 10, 15 e 17; Umrato 5 e 8; Martelo; Pivote de anilha.		1	Ajustar guias de transporte de acordo com a altura que se pretende produzir;	2	Aliviar parafuso de orelhas da guia de entrada da máquina;	3	Aliviar parafusos que fixam a máquina com chave de boca 10 ;	4	Aliviar parafuso de orelhas e rodar manípulo do veio para a altura máxima;	5	Desapertar parafuso da roseta de acompanhamento com umbrato 8 e chave 10 (fundo) ou umbrato 5 e chave 17 (ângulo) e apertar a da principal;	6	Fixar quadra para abrefechar a cravadeira de acordo com a altura que se pretende, movimentando-a até à posição pretendida na régua (RL);	7	Conforme necessário, realizar as operações 2 (Mudar placa de cravação) 3 (Ajustar Bateria/Cravação) e 4 (Ajustar Pivote);	8	Apertar parafusos que fixam a máquina com chave de boca 10 (face 2);	9	Fixar manípulo do veio e apertar o parafuso de orelhas (face 4);
Ferramentas necessárias: Chave de boca 10, 15 e 17; Umrato 5 e 8; Martelo; Pivote de anilha.																									
1	Ajustar guias de transporte de acordo com a altura que se pretende produzir;																								
2	Aliviar parafuso de orelhas da guia de entrada da máquina;																								
3	Aliviar parafusos que fixam a máquina com chave de boca 10 ;																								
4	Aliviar parafuso de orelhas e rodar manípulo do veio para a altura máxima;																								
5	Desapertar parafuso da roseta de acompanhamento com umbrato 8 e chave 10 (fundo) ou umbrato 5 e chave 17 (ângulo) e apertar a da principal;																								
6	Fixar quadra para abrefechar a cravadeira de acordo com a altura que se pretende, movimentando-a até à posição pretendida na régua (RL);																								
7	Conforme necessário, realizar as operações 2 (Mudar placa de cravação) 3 (Ajustar Bateria/Cravação) e 4 (Ajustar Pivote);																								
8	Apertar parafusos que fixam a máquina com chave de boca 10 (face 2);																								
9	Fixar manípulo do veio e apertar o parafuso de orelhas (face 4);																								
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Data: 13-05-2015 Process Engineer Trainee		Aprovado por: Pedro Melo Data: 19-06-2015 Production Manager		Âmbito de Aplicação: Linha 01 - Célula GL2																					


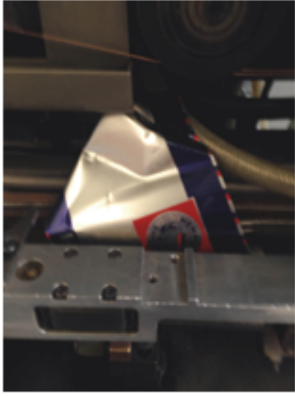


colep		Instrução de Setup		021.I552.1	
Parametrização das Cravadeiras					
Operação nº 02		Mudar Placa de Cravação		Responsável de execução:	Tempo:
Fotos / Figuras / Esquemas		Fase		Descrição	
		1		Abrir porta da cabeça da cravadeira, desapertando o manípulo indicado na figura 1;	
		2		Esperar que a cabeça de cravação pare;	
		3		Desapertar e remover parafuso do estator com umbralco 5 ;	
		4		Desapertar placa com martelo e ponteiro de arromba ;	
		5		Colocar e apertar placa adequada ao componente a cravar;	
		6		Apertar parafuso do estator (base 3).	
		7		Fechar tampa desapertando o manípulo (base 1).	
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Data: 13-05-2015 Process Engineer Trainee		Aprovado por: Pedro Melo Data: 19-06-2015 Production Manager		Âmbito de Aplicação: Linha 01 - Célula GL2	






colep		Instrução de Setup		021.I552.1	
Parametrização das Cravadeiras					
Operação nº 03		Ajustar Beira/Cravação		Responsável de execução:	Tempo:
Fotos / Figuras / Esquemas		Fase		Descrição	
		1		CRAVADEIRA DE FUNDOS	
		2		Colocar as tamponadeiras no seu curso máximo à frente com uma virola entre elas;	
		3		Fechar as máquinas até que as tamponadeiras façam uma beira à virola de aproximadamente 90°;	
		4		Verificar se a beira faz aprox. 90° com a embalagem (figura 4): A. Sim? Passar para a operação 4 (Ajustar Roseta). B. Não?	
		5		1. Abriu/fechou quadro da máquina para ajustar beira; 2. Passar para a operação 4 (Ajustar Roseta).	
		6		CRAVADEIRA DE ARGOLAS	
		7		Com o prato de cravação no seu curso máximo à frente, encostar uma beira da virola no prato e mover a máquina até que a beira oposta fique a meio dos dois perfis dos rolos de cravação.	
		8		Passar para a operação 4 (Ajustar Roseta).	
		9		NOTA No final cortar a embalagem para garantir que as cravações estão conformes.	
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Data: 13-05-2015 Process Engineer Trainee		Aprovado por: Pedro Melo Data: 19-06-2015 Production Manager		Âmbito de Aplicação: Linha 01 - Célula GL2	

colep		Instrução de Setup		021.I552.1	
Parametrização das Cravadeiras					
Operação nº 04		Ajustar Roseta		Responsável de execução: Operador	
				Tempo:	
Fotos / Figuras / Esquemas		Fase	Descrição		
 <p>2</p> <p>Roseta</p> <p>Prato de cravação</p>		1	Chegar prato de cravação para o seu curso máximo à frente;		
		2	Deslizar roseta de acompanhamento até este ficar aproximadamente a 20mm de distância do prato (caso não se use a unha de extração);		
		3	Apertar parafuso da roseta de acompanhamento e iniciar fase 9 da operação 1 (Abrir e Fechar Cravadeira).		
 <p>3</p> <p>Parafuso</p>					
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Data: 13-05-2015 Process Engineer Trainee		Aprovado por: Pedro Melo Data: 19-06-2015 Production Manager		Âmbito de Aplicação: Linha 01 - Célula GL2	

Anexo F: Checklist “Defeitolteca”

	Ficha de Processo 021.T178.1 Defeitolteca - Cravadeiras	
Imagem	Problema	Possível Solução
	Encravamento na estação de cravação	1. Verificar: 1.1 Beira; 1.2 Pressão de cravação; 1.3 Ajustagem dos rolos de cravação; 1.4 Extrator; 1.5 Unhas do alimentador. 2. Limpar excessos de verniz das tamponadeiras.
	Encravamento na saída da cravadeira	1. Ajustar extrator da roseta; 2. Verificar extrator da placa de cravação.
	Embalagens Riscadas	Verificar: 1. Pressão da mola; 2. Atrito das meias luas das rosetas; 3. Pressão do prato de cravação; 4. Extrator de saída; 5. Extrator das tamponadeiras.
	Transportadores	1. Ajustar guias; 2. Verificar cilindro da roseta;  3. Verificar células.
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Aprobado por: Pedro Melo Data: 17-06-2015 Engineer Trainee Data: Production Manager		Âmbito de Aplicação: Linha 01 - Célula GL2

	Ficha de Processo Defeituoteca - Máquina de Soldar	O21.T176.1
Imagem	Problema	Possível Solução
	Encravamento no carro	Verificar: 1. Enrolado; 2. Posição do carro; 3. Tirantes; 4. Barras magnéticas de introdução de folha.
	Encravamento na enroladeira	Afinar enrolado: 1. Desapertar ambos os manipuladores da enroladeira girando-os no sentido contrário dos ponteiros do relógio; 2. Posicionar os manipuladores mais acima (caso se queira abrir o enrolado) ou mais abaixo (caso se queira fechar o enrolado); 3. Apertar ambos os manipuladores da enroladeira girando-os no sentido dos ponteiros do relógio.
	Encravamento Verniz Int./Ext.	1. Verificar velocidade do tapete; 2. Subir/Descer tapete de saída da máquina de soldar. ATENÇÃO: Quando se desliga o geral da máquina de soldar é preciso ligar o sistema de verniz.
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Aprovado por: Pedro Melo Data: 17-06-2015 Engineer Trainee Data: Production Manager		Âmbito de Aplicação: Linha 01 - Célula GL2

	Ficha de Processo 021.T176.1 Defeituoteca - Máquina de Soldar	
Imagem	Problema	Possível Solução
	Encravamento no alimentador	Verificar posição: <ol style="list-style-type: none"> 1. Dos suportes; 2. Das ventosas (ver se estão sujas ou danificadas); 3. Dos magnéticos; 4. Das quias; 5. Dos batentes; 6. Dos dedos de introdução; 7. Dos tempos do cilindro de introdução; 8. Dos tempos do cilindro das
	Pontas desajustadas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Afinar tirantes 2. Verificar posição tirantes (do lado da segurança)
	Fio de cobre partido	Verificar: <ol style="list-style-type: none"> 1. Corrente de soldadura (início/final); 2. Pressão dos cilindros pneumáticos (esmaçamento e corte); 3. Velocidade dos rolos superiores de esmaçamento e corte.
	Embalagens Riscadas	Limpar enroladeira <ol style="list-style-type: none"> 1. Desapertar os parafusos indicados na figura; <div data-bbox="899 1031 1149 1213">  </div> 2. Colocar a enroladeira na bancada expondo os rolos; 3. Limpar os rolos e réguas com pano e acetona; 4. Colocar a enroladeira no sítio e apertar parafusos indicado na figura.
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Aprovado por: Pedro Melo Data: 17-06-2015 Engineer Trainee Data: Production Manag		Âmbito de Aplicação: Linha 01 - Célula GL2

		Ficha de Processo	021.T177.1
Defeituoteca - Máq. de Estanquicidade			
Imagem	Problema	Possível Solução	
	Encravamentos	1. Ajustar altura da máquina; 2. Subir/Descer rosetas; 3. Verificar: 3.1 Sincronismo entre sem fim e rosetas 3.2 Cilindro e detetor de rejeição.	
	Má Cravação, Fugas BT/RG/LD	Verificar: 1. Parâmetros de cravação; 2. Alimentador das cravadeiras; 3. Pressões de cravação.	
	Mal soldada, Fugas soldadura	Verificar: 1. Parâmetros de soldadura (corrente/pressão); 2. Posição do carro; 3. Enrolado; 4. Pontas desajustadas (afinar tirante do lado da segurança); 5. Sobreposição; 6. Início e final de soldadura.	
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>			
Elaborado por: Beatriz Vergueiro Aprovado por: Pedro Melo		Âmbito de Aplicação:	
Data: 17-06-2015 Engineer Trainee		Data: Production Manager Linha 01 - Célula GL2	

Anexo G: Parametrização dos valores de soldadura

Ficha de Processo

021.T041.2

Parâmetros da Máquina de Soldar

Form ato 99 x ...	Posição carro na escala	Cadência Pot. (Real)	Enrolamento	Velocidade de Soldadura	Velocidade Perfilação do fio de cobre	Velocidade corte do fio de cobre	Distância entre marcas estanho no fio de cobre (mm)	Corrente de Soldadura A	Ajuste do tempo para compensação de corrente	Redução de Corrente	Linguetas		
									no início da soldadura (t1)	no final da soldadura (t2)	R1 - Início	R2 - Fim	
50	60	2,8	2,9 - 5,6	3,60	2,31	1,61	Ideal: 15 Intervalo: 14 - 17	68 - 75	1,05	9,91	0,5	3	4
52	60	2,8		3,60	2,31	1,61			1,05	9,91	0,5	3	4
60	70	2,9		5,42	3,44	3,94			0,2	6,85	5,5	7	4
64	76	2,9		5,42	3,44	3,94			0,2	6,85	5,5	7	4
80	85	3,2		3,50	2,22	1,40			0,85	9,8	1	6,5	4
92	103	3,2		3,52	2,24	1,50			0,65	9,4	3	5,5	4
	98	3,2		3,44	2,21	1,41			1,5	10	1	4	6
98	98	3,2		3,70	2,30	1,68			0,9	9,95	4	1	4
	94	3,2		3,52	2,40	1,50			0,85	8,51	1	4	6
118	118	3,2		4,32	2,74	2,64			0,35	9	1	4	6
124	129	3,2		4,52	2,88	3,10			0,9	6,63	1	4	6
125	125	3,2		4,52	2,88	3,1			0,9	8,24	1	4	6
148	151	3,2		5,24	3,34	3,71			0,35	7,4	3,5	4,5	6
151	155	3,3		5,42	3,44	3,94			0,2	6,85	5,5	7	6
154	154	3,1		5,40	3,50	4,20			0,52	7,31	4	4	6

Grau de Transformação da Corrente de soldadura		2
Pressão do ar (kPa/cm²)	Geral	4,2 (3,5 - 4,5)
	Cilindro compressão fio	2 - 2,5
Força (kPa)		10 - 20

Elaborado por: Beatriz Vergueiro

Aprovado por: Pedro Melo

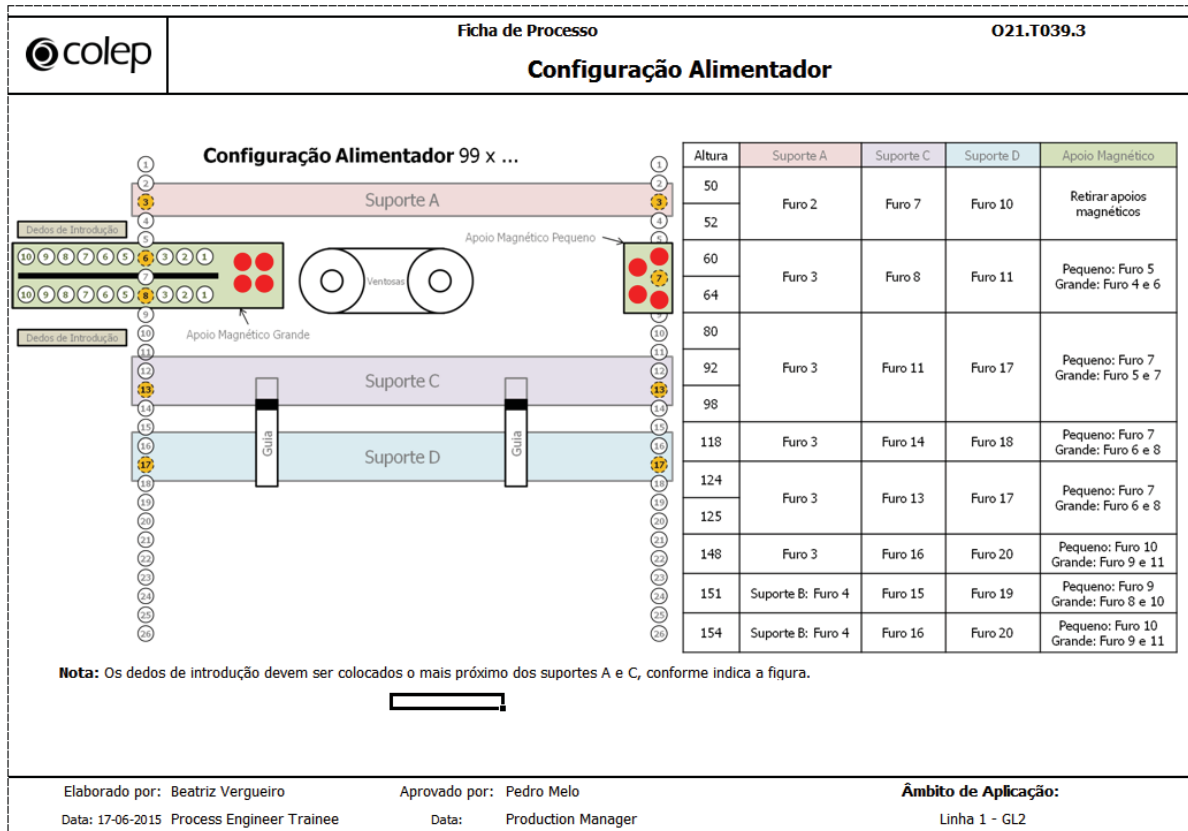
Âmbito de Aplicação:

Data: 17-06-2015 Process Engineer Trainee

Data: Production Manager

Linha 1 - GL2

Anexo H: Configuração do alimentador



Anexo I: Teste de fuga-padrão

Cabeça	Valor DP	R/NR
1	-15	R
	-14	R
	-12	R
	-23	R
	-17	R
	-19	R
	-25	R
	-17	R
	-19	R
	-42	R
2	-5	R
	-16	R
	-4	R
	-6	R
	-5	R
	-15	R
	-17	R
	-15	R
	-12	R
	-10	R
3	-41	R
	-12	R
	-9	R
	-13	R
	-6	R
	-30	R
	-27	R
	-11	R
	-11	R
	-6	R

Cabeça	Valor DP	R/NR
4	1	NR
	2	NR
	-9	R
	-5	R
	4	NR
	0	NR
	-6	R
	5	NR
	-3	R
	-8	R
5	29	NR
	30	NR
	16	NR
	33	NR
	32	NR
	32	NR
	31	NR
	30	NR
	34	NR
	36	NR
6	10	NR
	12	NR
	8	NR
	13	NR
	3	NR
	4	NR
	13	NR
	7	NR
	8	NR
	4	NR

Cabeça	Valor DP	R/NR
7	-17	R
	-16	R
	-36	R
	-48	R
	-12	R
	-11	R
	-24	R
	-19	R
	-20	R
	-9	R
8	-8	R
	-8	R
	-14	R
	-16	R
	-2	R
	-12	R
	-34	R
	-11	R
	-36	R
	-17	R
9	-17	R
	-31	R
	-26	R
	-22	R
	-20	R
	-19	R
	-21	R
	-20	R
	-12	R
	-41	R

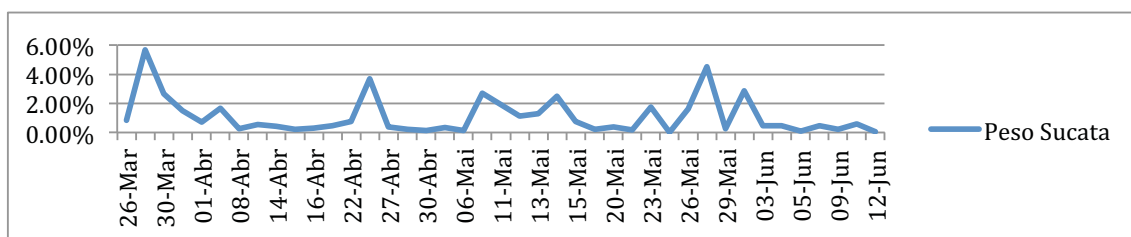
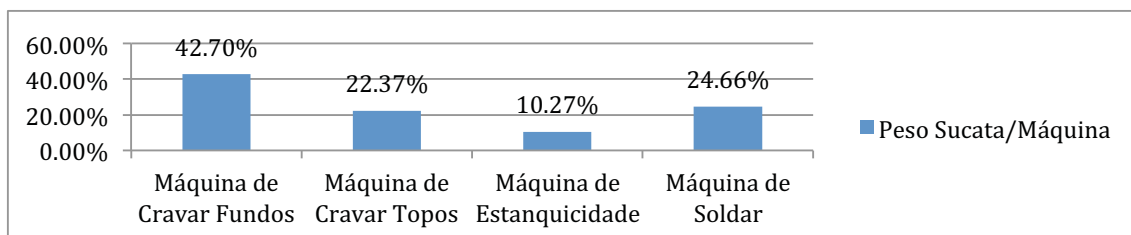
Cabeça	Valor DP	R/NR
10	-34	R
	-6	R
	-6	R
	-9	R
	-7	R
	-2	R
	-16	R
	-1	R
	-12	R
	-3	R
11	-4	R
	-43	R
	-7	R
	-12	R
	-6	R
	-14	R
	-36	R
	-35	R
	-14	R
	-9	R
12	-23	R
	-20	R
	-23	R
	-19	R
	-49	R
	-23	R
	-24	R
	-30	R
	-32	R
	-15	R

Legenda:

- R – Rejeita;
- NR – Não Rejeita;
- DP – Diferença de Pressão

Anexo J: Dados sucata linha 05

Dados recolhidos no período de 27 de março a 12 de junho.



Anexo K: Dados sucata linha 08

Dados recolhidos no período de 27 de março a 12 de junho.

